



**Институт новых материалов  
и технологий**

# Учебное пособие





Министерство образования и науки Российской Федерации  
Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

# **УПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКОЙ НАУКОЕМКОГО ПРОДУКТА**

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом  
Уральского федерального университета  
для студентов вуза, обучающихся  
по направлению подготовки  
27.04.06 — Организация и управление  
наукоемкими производствами

Екатеринбург  
Издательство Уральского университета  
2018

УДК 658.5(075.8)

ББК 65-82я73

У66

Авторы:

И. В. Ершова (гл. 2), А. Е. Гамберг (гл. 1), Н. А. Кузнецова (гл. 3),  
О. С. Норкина (гл. 4), Т. А. Минеева (гл. 1, 5), О. О. Подоляк (гл. 2),  
М. А. Прилуцкая (гл. 4)

Рецензенты:

завкафедрой, проф., д-р экон. наук А. Г. Мокроносов (Российский государственный профессионально-педагогический университет);  
проф. кафедры экономики предприятий Уральского государственного экономического университета, д-р экон. наук Ф. Я. Леготин

Научный редактор — И. В. Ершова, д-р экон. наук, проф.

На обложке изображение с сайта <http://serebryanskaya.com/wp-content/uploads/2017/04/kak-sozdat-linejku-produktov-1.jpg>

**Управление разработкой наукоемкого продукта** : учебное пособие / И. В. Ершова [и др.]. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 120 с.

ISBN 978-5-7996-2354-8

Учебное пособие предназначено для студентов экономических и технических специальностей в рамках изучения теории и практики направления 27.04.06 — Организация и управление наукоемкими производствами. Пособие может быть рекомендовано в качестве материала для подготовки студентов к практическим и лекционным занятиям, а также к выполнению самостоятельных заданий в рамках дисциплины. Оно может быть рекомендовано для использования при подготовке и переподготовке управленцев всех уровней (от низшего звена управления до высшего) на промышленных предприятиях.

Библиогр.: 48 назв. Рис. 36. Табл. 14.

УДК 658.5(075.8)

ББК 65-82я73

ISBN 978-5-7996-2354-8

© Уральский федеральный  
университет, 2018

## Предисловие

---

**С**ырьевая направленность российской экономики, несмотря на усилия по ее модернизации, остается доминирующим фактором развития. Одной из причин отставания от уровня развитых стран в производстве продукции с высокой добавленной стоимостью является отсутствие компетенций у технических специалистов по доведению инновационных разработок до стадии коммерческого успеха. В учебном пособии рассмотрены основные проблемы, возникающие при разработке и внедрению новой наукоемкой продукции, и инструменты, помогающие их решать.

В первой главе изложены общие вопросы теории жизненного цикла продукта с выделением специфических задач на каждой стадии, начиная с «дориночной», где происходит формирование и экспресс-оценка технической идеи. Формирование и отбор технических идей является наиболее важным этапом жизненного цикла, поэтому в пособии ему уделено наибольшее внимание. Во второй главе представлены методы расчета рыночной цены, ограничения и противоречия технических решений. Рассмотрены способы их разрешения инструментами теории решения изобретательских задач. В третью главу выделены положения функционально-стоимостного анализа, позволяющего снизить затраты на этапе проектирования. Подходы функционально-стоимостного анализа с практическими примерами изложены для конструктивных и технологических решений. Для экономического обоснования необходимости и целесообразности внедрения разработок в производство в четвертой главе представлен алгоритм расчета экономической эффективности. Пятая глава посвящена вопросам проектного управления разработкой новой наукоемкой продукции, в ней приводятся основные принципы проектного управления и проблемы согласования проектной и текущей деятельности.

Учебное пособие «Управление разработкой наукоемкого продукта» может быть использовано для программ магистратуры технических направлений и быть полезно специалистам-практикам для организации работ по освоению новой наукоемкой продукции.

# 1. Жизненный цикл наукоемкой продукции

---

## 1.1. Понятие жизненного цикла товара и технологии

---

**Н**аиболее широко понятие жизненного цикла рассматривается в системном анализе, который характеризуется как инструмент описания и анализа объектов и процессов реального мира.

Различают понятия жизненного цикла продукции и товара. Обратимся к понятию жизненного цикла продукции.

В данном случае цикл определяется как законченный процесс, переводящий цель, замысел, потребность в определенный результат, продукцию, предмет потребления. Основными характеристиками цикла продукции являются:

- цель, замысел, потребность;
- стадии процесса — исследование, проектирование, технологическая проработка конструкции, производство, эксплуатация, утилизация;
- результат, продукция, объект потребности;
- время начала — окончания или длительность процесса;
- носитель проектного цикла — система, системообразующим фактором которой является продукция цикла. Носителем материального продукта является система, объединяющая в себе проектную, производственную и эксплуатационную или потребительскую составляющие.

Этапы жизненного цикла продукции авторы определяют по-разному. В литературе описываются два вида этапов.

Описание продукции рассматривается как системы. Жизненный цикл состоит из этапов: образования, роста, развития, функционирования, спада, регрессии, разрушения [9]. Этот цикл описывает видение

потребителя и укрупненно изображается как зарождение потребности, покупка, эксплуатация и ликвидация. Данное описание не учитывает причину возникновения системы; этапы развития и функционирования трудно отличить друг от друга.

Описание продукции рассматривается с точки зрения процесса производства и сбыта. Жизненный цикл состоит из этапов разработки, производства, сбыта, сопровождения [9; 31].

Таким образом, один подход описывает жизненный цикл с позиции потребителя продукции, другой — производителя. Данные точки зрения пересекаются при продаже — покупке товара. Именно поэтому различают также жизненный цикл товара.

В классическом представлении жизненный цикл товара — это процесс развития продаж товара и получения прибыли, состоящий из стадий внедрения на рынок, роста, зрелости и спада (рис. 1.1).

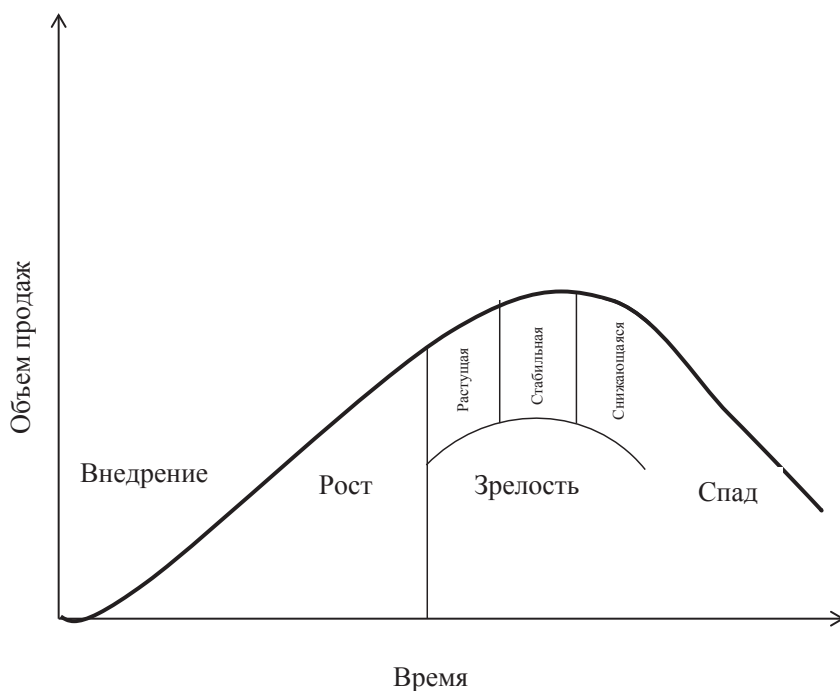


Рис. 1.1. Жизненный цикл товара

Представленный на рис. 1.1 жизненный цикл товара является традиционным. Несмотря на то что согласно классической теории все товары проходят стадии внедрения, роста, зрелости и упадка, их про-

должительность и темпы перехода от одной фазы к другой могут существенно отличаться. Внимательное наблюдение за рынками различных товаров, будь то бытовая или сельскохозяйственная техника, одежда и т. д., показывает, что жизненные циклы будут иметь свои особенности, которые продиктованы как их функциональными особенностями, так и поведением потребителей.

В зависимости от типа товара и деятельности предприятия приходится сталкиваться с многочисленными примерами отклонений от классической кривой жизненного цикла (рис. 1.2).

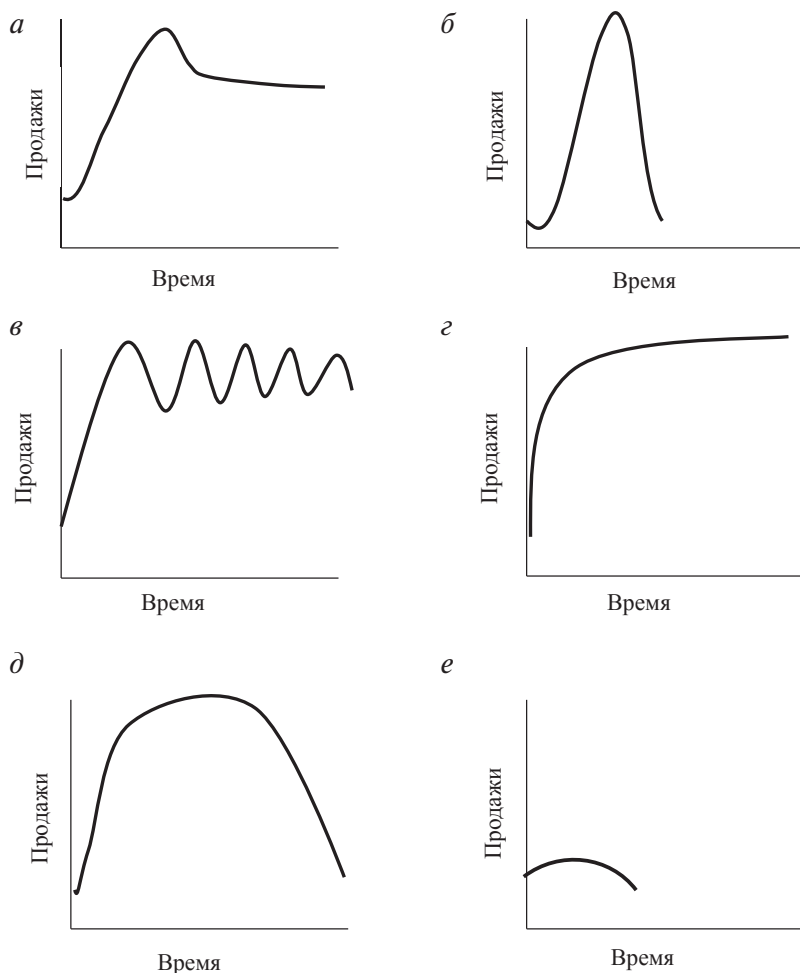


Рис. 1.2. Виды жизненных циклов товаров:

*а* — продолжительное увлечение; *б* — вспышка; *в* — сезонность или мода; *г* — бум;  
*д* — возобновление или ностальгия; *е* — провал



«Продолжительное увлечение» или «Бум» описывает популярный товар со стабильным сбытом на протяжении длительного времени. Потребность рынка в этом продукте еще не удовлетворена, и в перспективе можно ожидать дальнейшего увеличения его производства. «Вспышка» характеризует товары, продажа которых сначала стремительно возрастает, а затем столь же резко падает. «Сезонность или мода» имеет место, когда товар хорошо продается в течение периодов, разнесенных во времени. «Продолжительное увлечение» проявляется таким же образом, за исключением того, что «остаточный» сбыт продолжается в размерах, составляющих лишь часть прежнего объема реализации. «Возобновление или ностальгия» характеризует продукт, на который по истечении определенного времени спрос возобновляется. «Провал» раскрывает обычно поведение товара, который вообще не имеет рыночного успеха.

Каждая стадия любого жизненного цикла имеет собственные характеристики и требует различных подходов.

С точки зрения классической теории жизненный цикл товара разграничивают временными отрезками, соответствующими той или иной стадии (фазы):

- внедрению — от начала производства до границы безубыточности;
- росту — от границы безубыточности до середины жизненного цикла;
- зрелости — от середины жизненного цикла до начала освоения нового изделия (аналога);
- падению — от начала производства нового изделия (аналога) до конца производства данного товара.

Кроме того, необходимо отметить, что на первой стадии — внедрение — сбыт продукции, как правило, убыточен, покупатель инертен, объем продаж низок, расходы велики. Появление нового товара связано с необходимостью преодоления сложившихся привычек покупателей. Усилия направляются на тех покупателей, которые в наибольшей степени готовы купить товар. На этой стадии производитель стимулирует спрос, осуществляет продвижение товара, различные исследования. Эта стадия характеризуется большими затратами и низкими прибылями.

На стадии роста происходит резкое увеличение объема продаж и прибыли. Стабилизируются цены, сокращаются издержки на еди-

ницу продукции, следовательно, возрастают доходы на вложенный капитал. Но одновременно с этим происходит увеличение числа конкурентов, и производитель вынужден вкладывать дополнительные средства в продвижение товара для конкурентной борьбы.

Стадия зрелости характеризуется достижением стабильного объема продаж. Это самая длительная стадия жизненного цикла товара. Повышения объема продаж на этой стадии можно добиться путем усовершенствования товаров, повышения их привлекательности, снижения цен.

На стадии спада происходит постепенное уменьшение объемов продаж и прибыли по причинам изменения вкусов потребителя или совершенствования технологий и др. На этой стадии производитель должен принять решение продолжать или прекратить производство. Так в современном мире существует закономерность: усиление конкурентной борьбы на потребительском рынке приводит к сокращению продолжительности жизненных циклов товаров, а также к удорожанию разработки новых товаров. И цель исследования жизненного цикла товара заключается в том, чтобы по возможности продлить срок пребывания товара на рынке. При этом убыточные этапы жизненного цикла товара следует сокращать, а прибыльные — затягивать, пользуясь инструментами регулирования спроса.

Все вышеперечисленные стадии входят и в классическое представление жизненного цикла продукта. Ключевое различие этих типов жизненных циклов — призма, под которой они рассматриваются. Применительно к товару в качестве этой призмы выступают только продажи, а применительно к продукту — это производство и продажи и дальнейшая его эксплуатация.

Оценка фаз жизненного цикла товара и продукции позволяет планировать цикличность их сменяемости, своевременность замены изделий и освоение аналогов, тем самым снижение степени риска и в конечном итоге позволяет обеспечить гибкость развития предприятия. Аналогичная сменяемость стадий жизненного цикла характерна для технологий: зарождение, рост, устаревание.

В отличие от стадий жизненного цикла товара, стадии жизненного цикла технологий имеют большую продолжительность и включают в себя несколько жизненных циклов товаров (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Жизненный цикл технологии и товара:

1 — дорыночный; 2 — внедрение; 3 — рост; 4 — зрелость; 5 — падение

В среднем продолжительность жизненного цикла продукции промышленного назначения составляет около 5 лет, технологии — 10 лет.

## 1.2. Жизненный цикл наукоемкой продукции как проекта

Процесс создания и коммерциализации наукоемкой продукции, в отличие от процесса реализации классического товара, характеризуется рядом особенностей. Для определения данной специфики проанализируем понятие наукоемкой продукции более детально.

Термин «продукция» является универсальным и представляет собой основу для рассмотрения деятельности предприятия [13; 31; 45]. В литературе при определении данного понятия описывают его особенности:

- товар, услуга или идея, т. е. продукт деятельности системы;
- набор свойств, необходимых потребителю;
- объект для использования системой в целях продажи или обмена.

Традиционно используют классификации промышленной продукции: по сфере потребления, по степени затрат на НИОКР, по назначению, по степени новизны и по способу производства (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Виды продукции

Сфера потребления описывает место применения продукции. Продукт может использоваться в промышленности, тогда его потребители — предприятия и организации, а в быту (потребительская продукция) потребителем является человек и его домашнее хозяйство.

Объем затрат на НИОКР позволяет оценить степень научной новизны продукции. Выделяют два вида продукции: затраты на НИОКР до 5 % — продукция ненаукоемкая и свыше 5 % — наукоемкая.

Назначение продукции описывает функциональную направленность продукции. Продукция для конечной эксплуатации используется для удовлетворения потребности, продукция для последующей переработки является промежуточной для производства чего-либо.

Тип производства акцентирует внимание на типе производства: массовый, серийный или единичный. В табл. 1.1 приведены характеристики типов продукции согласно типам производства. Продукция, производимая в условиях единичного типа производства, далее называется как единичная продукция.

Новая продукция связана с видением продукта как потребности и новым видением их удовлетворения. В качестве новой продукции могут выступать усовершенствованная продукция и новая продукция. К тому же продукция может быть новой, на взгляд покупателя или продавца (данное видение может быть субъективным, поэтому оно не рассматривается за основное).

Таблица 1.1

**Описание типов продукции относительно типов производства**

Характеристики	Тип производства		
	массовый	серийный	единичный
Номенклатура	Ограниченная	Широкая	Широкая и непостоянная
Объем выпуска	Большой	Серия	Небольшой
Коэффициент серийности	1–3	4–40	Больше 40
Себестоимость единицы продукции	Низкая	Средняя	Высокая

Усовершенствованная продукция — продукция, содержащая функционально новые характеристики в сравнении с существующими товарами. Новизна данной продукции заключается в модификации существующих товаров или товарных линий [17; 18]. За основу разработки этой продукции берется популярная версия продукта и к ней добавляются новые возможности для удовлетворения потребностей. Принципиально, что общая концепция продукта остается прежней. С подобной продукцией работать проще и производителям и потребителям: производителям не нужно затрачивать много ресурсов для создания чего-либо принципиально нового, а потом еще продвигать это на рынок; потребителям — осваивать новые технологии пользования, изменять свои модели поведения, можно пользоваться привычными моделями, а эффект будет больше. Но прирост конкурентоспособности товара будет небольшим, и подобных товаров на рынке может оказаться несколько.

Новая продукция с точки зрения производителя — продукция предприятия, впервые разрабатываемая и внедряемая в производство [17; 18; 46]. Данное понимание предполагает рассмотрение процесса разработки и создания новой продукции. Подразумевается новая продукция с точки зрения предприятия, т. е. изменения в технологии производства. Это определение используется в области производственного и операционного менеджмента. Данное понятие близко к единичному производству продукции, поэтому особое внимание уделяется технологии и возможностям ее совершенствования. В ходе разработки и внедрения необходимы значительные затраты, но и в случае успеха отрыв от конкурентов значительный.

Новая продукция с точки зрения потребителя — товары, необходимые потребителю для удовлетворения новых нужд. В этом случае особое внимание уделяется работе с потребителем [45]. Для разработки и реализации идеи нового товара необходимо сначала найти и сформулировать его идею, произвести товар и донести необходимость его использования до потребителя.

Научеёмкая продукция может относиться к любой сфере потребления и назначения, но всегда является новой (модернизированной) продукцией и продукцией единичного или мелкосерийного типа производства. С переходом на серийный или массовый выпуск её новизна постепенно устаревает, и продукция перестаёт относиться к категории научеёмкой.

Исходя из особенностей научеёмкой продукции можно выделить специфические характеристики её жизненного цикла.

К специфическим свойствам жизненного цикла научеёмкого продукта, реализуемого организацией, необходимо отнести следующие моменты:

- период начала деятельности по разработке и внедрению продукта.

В классическом представлении о жизненном цикле товара первым этапом является зарождение товара, характеризуемое стартом продаж товаров или услуг. Подразумевается, что на момент начала жизненного цикла товара предприятие формализовано и имеет зарегистрированную организационно-правовую форму в виде любого из видов собственности, допустимых согласно законодательству РФ. Однако для научеёмкой продукции старт работ по реализации возможен до организации предприятия как такового и не привязан к старту продаж, например, путём создания интеллектуальной собственности, правообладателями которой являются физические лица, или стартом маркетинга и разработок продукции до непосредственной регистрации предприятия-разработчика. Таким образом, ключевым центром реализации научеёмкой продукции, а значит, и драйвером старта её жизненного цикла в данной ситуации становится команда, реализующая технический проект на этапе разработки, вне зависимости от того, реализует она научно-исследовательские работы первоначально в рамках вновь созданной организации других структур либо бесструктурно (индивидуально);

- управление внедрением научеёмкой продукции как проектом.

Учитывая, что основным фактором развития жизненного цикла научеёмкой продукции является команда, реализуются научно-исследо-

вательские и опытно-конструкторские работы, а критерием успешности продукции и смены фазы жизненного цикла является техническая реализация наукоемкой продукции и ее последующая коммерциализация, применительно к наукоемкому продукту стоит рассматривать в качестве товара как объекта жизненного цикла научно-технический проект. Так, на текущий момент множество предприятий, реализующих наукоемкую продукцию, например, различные конструкторские бюро и малые предприятия, не берут на себя обязательства по производству продукции партиями, ограничиваясь разработкой конструкторской документации, производством опытного образца и продажей лицензий на использование их в производстве, при этом несправедливо в данной ситуации говорить о коммерческой неуспешности товара и переходе его на новую стадию жизненного цикла, несмотря на отсутствие физически реализованных единиц продукции;

- низкая продолжительность этапов цикла.

По сравнению с классическим товаром массового и повседневного потребления, продолжительность этапов жизненного цикла наукоемкой продукции значительно короче. Такая «сжатость» цикла связана с длительностью жизненного цикла инновации;

- зависимость от срока жизненного цикла результата фундаментального исследования, лежащего в основе продукта.

Согласно актуальным исследованиям, срок устаревания фундаментальной научной разработки в современных условиях ограничен периодом в 3–4 года. В условиях высочайшей конкуренции на промышленном рынке, обусловленной сниженным спросом в условиях кризиса, критический период времени, истекший с момента появления результатов научно-технической деятельности, обуславливающий первенство запуска разработки в производство, исчисляется месяцами и даже днями. Учитывая этот факт, можно сделать вывод о зависимости жизненного цикла наукоемкой продукции от стадии жизненного цикла результатов фундаментальных исследований, лежащих в ее основе.

Различия этапов жизненного цикла наукоемкой продукции не ограничиваются только лишь различиями в показателях реализации. Как и в классическом толковании понятия жизненного цикла продукта, на различных этапах характерны кардинально отличающиеся друг от друга методы управления реализацией, задачи и проблемы. Период жизненного цикла продукции может отражаться на всех аспектах



деятельности организации, включая корпоративную культуру и другие социальные аспекты деятельности предприятия.

Для анализа процессов, происходящих на каждом из этапов цикла, очевидна необходимость обобщенной характеристики каждого из этапов по различным аспектам, связанным с реализацией продукта (табл. 1.2). Такой анализ позволит оценивать с помощью критериев, на какой стадии сейчас находится продукт и близок ли момент перехода к следующему этапу жизненного цикла.

Таблица 1.2

**Характеристика этапов жизненного цикла наукоемкой продукции**

Характеристики этапов	Этапы жизненного цикла				
	дорыночный	рождение	рост	зрелость	кризис
Первичные цели	Выход на рынок	Выживание	Ускоренный рост, развитие проектов	Уникальность, образ	Выживание, развитие
Центральная проблема	Нехватка ресурсов	Нехватка финансов	Ограниченность рынка, нехватка мощностей	Нехватка мощностей, идей по расширению ассортимента	Нехватка финансов
Вторичные цели	Выход на рынок	Выживание	Ускоренный рост объемов	Уникальность, систематический рост объемов	Обслуживание

Из таблицы видно, что, в отличие от текущего представления о жизненном цикле продукта, где стадия «внедрения» ассоциируется в том числе с дорыночным этапом деятельности, применительно к наукоемкой продукции на данном этапе существуют параметрические различия, позволяющие выделять данный этап как отдельный. Помимо этого, в моделях жизненного цикла этап падения подразумевает окончание выпуска данного изделия в целом, применительно к наукоемкой продукции при определенных условиях на стадии кризиса возможно продолжение выпуска изделия на других рынках, например, изделия, изначально разрабатываемые для военной промышленности и потерявшие актуальность, по прошествии срока сохранения секретности находят спрос на рынках гражданской продукции.



Таким образом, характеристики стадий жизненного цикла наукоемкой продукции соответствуют скорее этапам реализации внедренческого проекта. Особенно это актуально на ранних стадиях реализации, таких, как, например, дорыночная, когда бизнес-процессы неформализованы и управление развитием продукта затруднено в связи с отсутствием формального менеджмента. Дополнительным фактором являются повышенные затраты на разработку наукоемкой продукции. На таких этапах развития продукта рационально применение методик проектного управления для повышения эффективности формирования и реализации цели, качества коммуникаций и принятия решений производителями наукоемкого продукта.

Согласно ГОСТ ISO 9000:2001 «Проект — уникальный процесс, состоящий из совокупности скоординированной и управляемой деятельности с начальной и конечной датами, предпринятой для достижения цели, соответствующей конкретным требованиям, включающий ограничения по срокам, стоимости и ресурсам» [41; 42].

Процесс разработки наукоемкой продукции на предприятии переводится на уровень проекта. В табл. 1.3 приведены сравнительные характеристики проектного и процессного управления.

Таблица 1.3

#### Характеристика процессов и проектов

Характеристика	Процесс	Проект
Цель	Формируется на основании текущей деятельности	Устанавливается для получения уникального результата
Система управления	Совпадает с организационной структурой	Строится заново для наилучшего достижения результата
Руководитель	Начальник подразделения	Сотрудник, курирующий достижение цели
Решаемые задачи	В рамках текущей деятельности	Новые задачи, которые ранее не выполнялись
Степень унификации	Разрабатываются регламенты, процесс повторяется	Для каждого проекта — новая деятельность, новые процессы
Организационные границы	Структурное подразделение	Привлечение для его реализации разных отделов и специалистов разного профиля
Использование ресурсов	Согласно нормативам предприятия	Требования формируются на основании цели и результата проекта

При планировании и дальнейшей разработке определяется и контролируется срок разработки: дата начала и дата сдачи продукции. Завершение может наступить при достижении целей проекта — выпуск продукции, понимание недостижимости цели с точки зрения разработчика, исчезновении необходимости проекта (при отказе от данной продукции клиентом).

Для каждой разрабатываемой продукции создается замкнутая система управления с ограниченными ресурсами, инструментами. Процессы разработки выстраиваются последовательно-параллельно, но в пределах данной системы. Если предприятие занимается несколькими разработками параллельно, цели и промежуточные результаты для каждого процесса разработки планируются отдельно.

В систему управления предприятия внедряются принципы проектного управления. Ниже приведены принципы и организационные решения для их внедрения.

Принцип — единое, структурированное видение проекта и четкое описание его элементов. Необходимое действие — разработка документов проекта: устава, содержания, плана-графика проекта, бюджета;

принцип — формирование команды и организационной структуры проекта — создание проектного офиса; выделение команды на каждый проект; определение условий взаимодействия между командами разных проектов и структуры предприятия;

принцип — обеспечение функционирования процессов управления проектом, организация взаимодействия участников — разработка регламента реализации проекта; текущий контроль над выполнением и решением проблем; формировании коммуникационной сети; определение мотивации членов команды.

## 2. Рыночные и технические ограничения инновационной наукоемкой продукции

---

### 2.1. Оценка верхнего предела рыночной цены продукции. Затратные ограничения при проектировании

---

**Н**аукоемкая продукция, как правило, на момент принятия решения о ее разработке не имеет аналогов на рынке. Поэтому существующие методы определения рыночной цены (по спросу, на основании цен конкурентов и т. п.) здесь неприменимы [11; 13; 30]. Разработка и производство новой наукоемкой продукции — достаточно рискованный процесс. Еще в 60-х годах XX века Р. Хилл в своей книге «Наука и искусство проектирования» привел следующую статистику:

- общее количество идей — 50–60;
- идеи, которые принципиально способны решить задачу, — 20–25;
- предложения, дающие реальное решение проблемы, — около 10;
- предложения, практически идентичные по эффективности, — 3–5.

Для инновационной наукоемкой продукции можно выделить дополнительные характеристики:

- уникальная продукция, свойства которой необходимо разъяснять потребителям, что влечет за собой дополнительные расходы, связанные с продвижением продукции;
- технически сложная продукция, требующая при своем создании затрат особо квалифицированного научного труда, что вызывает необходимость подготовки научных кадров;
- чаще всего дорогостоящая продукция, по своей номинальной стоимости превосходящая заменяемый аналог, хотя и более де-

шевая на единицу полезного эффекта. А значит, для ее разработки и производства требуется достаточно большой объем инвестиций;

- патентоспособность продукции, так как продукция обладает высоким уровнем новизны;
- необходимость значительных временных и материальных затрат на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, что приводит к увеличению доли затрат на НИОКР;
- большие объемы потребных ресурсов, высокая степень кооперации, причем как отечественных предприятий, так и зарубежных;
- вовлечение в процесс разработки и создания продукции большого числа смежных и поддерживающих предприятий;
- неустойчивость спроса на продукцию, более динамичную конкурентоспособность и чувствительность к научно-техническому прогрессу, специфическое ценообразование, зависимость от инновационного потенциала потребителя, наличие разных степеней завершенности;
- трудность определения потребительной стоимости продукции. Можно выделить следующие оценочные характеристики инновационной продукции: 1) величину стоимости единицы главного (комплексного) технического параметра изделия; 2) удельный вес затрат на научные исследования в создании конечной потребительной стоимости; 3) вклад в расширение и углубление объекта познания, получение новых знаний;
- наличие наряду с целевым коммерческим эффектом сопутствующего научно-технического, экономического, экологического и социального эффектов.

Для снижения рисков проводят морфологический анализ соответствия новых идей ресурсным возможностям и компетенциям предприятия. Для этого необходимо заполнить матрицу возможностей. Ее можно заполнять, меняя сочетания колонок. Например, кроме описанного сочетания «ресурсы» х «продукция», возможно рассмотреть сочетание «продукция» х «новые рынки или сферы использования».

Идеи, выдвинутые в результате анализа предложенных методов, оцениваются с точки зрения их коммерческой привлекательности и возможности технического исполнения.

**Матрица морфологического анализа**

Ресурсы	Выпускаемая продукция			Возможная новая продукция	
	А	Б	...	Л	К
Производственная база	+	+			+
Кадровый состав	+			+	
Поставщики и контрагенты	+	+			+
.....					

Коммерческая привлекательность идеи оценивается:

- исходя из потребности рынка в объемах;
- ценового диапазона;
- предполагаемой длительности жизненного цикла.

Для новой продукции не используются статистические методы оценки рыночной потребности. Возможно использование методов социологического опроса и метода расчета прямого потребления, метода мозгового штурма [17; 18; 30].

Для определения ценового диапазона новой продукции и ее возможной рыночной цены используют затратные, параметрические и методы ценообразования, ориентированные на потенциальный спрос.

Затратные методы ценообразования базируются на учете затрат на производство продукции и не учитывают рыночную ситуацию. Наиболее распространенные из них следующие:

- ценообразование на основе затрат («себестоимость + прибыль»). Цена определяется как сумма издержек и желаемой доли прибыли;
- метод рентабельности инвестиций. Цена продукции должна обеспечить запланированный доход на капитал; в отличие от первого метода, желаемая доля прибыли рассчитывается исходя из затраченного капитала.

Три уровня границы цены при затратных методах ценообразования:

- цена предельная — учитывает только прямые затраты на производство продукции;
- цена техническая — обеспечивает покрытие всех затрат на производство, но не приносит прибыли;
- цена целевая — покрывает все затраты и обеспечивает получение заданной прибыли.

Недостатки затратных методов ценообразования:

- не учитывают возможный спрос на продукт. Привязаны к необходимому объему выпуска. Если не удастся продать запланированный объем продукции и выпуск сократится, то цену придется поднимать, что также не является гарантией сбыта;
- как правило, продуктовый портфель фирмы состоит из нескольких товаров, поэтому возникает проблема распределения косвенных расходов между ними. Разные способы распределения приводят к значительным колебаниям величины полных затрат, а следовательно, и определяемых на их основе цен;
- в ценообразовании используются не ожидаемые, а текущие затраты (те, по которым есть информация на предприятии). Совсем не обязательно то, что их уровень сохранится в будущем периоде, для которого рассчитываются цены. Отсюда вытекают возможные ошибки в ценообразовании.

Достоинства затратных методов ценообразования:

- доступность информации о затратах на предприятии;
- методы понятны обеим сторонам сделки, поэтому считаются справедливыми;
- повсеместное применение этих методов, по мнению некоторых предпринимателей, приведет к минимизации конкуренции.

Из параметрических методов ценообразования чаще всего используют метод удельных показателей и балльные оценки.

Метод удельных показателей используется для определения цен по небольшим группам продукции, характеризующейся наличием одного основного параметра, величина которого в значительной мере определяет общий уровень цены изделия.

$$\Pi_n = \Pi_{уд} N_n k_t,$$

$$\Pi_n = \frac{\Pi_6}{N_6},$$

где  $\Pi_{уд}$  — удельная цена единицы параметра;  $N_n$ ,  $N_6$  — величина основного параметра соответственно нового и базисного изделия;  $k_t$  — величина торможения (понижающий коэффициент, используемый фирмой для того, чтобы сделать приобретение своего товара более выгодным, чем товара конкурентов,  $k_t = 0,8...0,9$ );  $\Pi_6$ ,  $\Pi_n$  — цена базисного и нового изделия.

При использовании балльного метода каждому потребителскому параметру продукции присваивается на основе экспертных оценок определенное число баллов, суммирование которых с учетом их весомости (также определяемой экспертным путем) дает оценку общего технико-экономического уровня товара, т. е. интегральную оценку его качества. Цена на новый товар определяется следующим образом:

- рассчитывается цена одного балла

$$C_{\text{н}} = \frac{C_{\text{б}}}{\sum N_{\text{б}} V_i},$$

где  $C_{\text{б}}$ ,  $C_{\text{н}}$  — цена соответственно базового и нового изделия;  $N_{\text{б}}$  — балльная оценка  $i$ -го параметра базового изделия;  $V_i$  — весомость  $i$ -го параметра;

- определяется расчетная цена нового изделия

$$C_{\text{н}} = C_{\text{б}} \sum N_{\text{н}} V_i,$$

где  $C_{\text{б}}$  — цена одного балла;  $N_{\text{н}}$  — балльная оценка  $i$ -го параметра нового изделия.

В методах, ориентированных на спрос, цена устанавливается на основе оценок потребителей, а не на основе издержек изготовления.

Метод определения цен с ориентацией на спрос базируется на ожидаемой оценке стоимости продукта потребителями, на том, сколько покупатель готов заплатить. Для определения цен данным методом необходимо постоянно использовать такой метод маркетинга, как исследование рынка (тесты, опросные листы, эксперименты, наблюдения за фактическими данными).

Ценностный подход к ценообразованию подразумевает определение экономической ценности товара, в том числе расчет эксплуатационных издержек.

Комбинированный подход, сочетающий параметрический метод и метод ориентации на спрос, можно использовать для экспресс-оценки верхнего предела рыночной цены. Фрагмент такой оценки приведен в табл. 2.1.

Показатели оценки и удельный вес (важность показателя для клиента) выбираются на основании опроса. Показатели должны охватывать весь спектр качественных характеристик: показатели назначения, показатели надежности, ремонтпригодности, эргономичности, экологичности и др.

➡ В число показателей не входит цена продукции!

Таблица 2.1

**Оценка конкурентоспособности и потребительского качества продукции**

Показатели	Удельный вес	Показатель аналога	Показатель новой продукции	Итоговая оценка
Скорость	0,2	10 т	8 т	0,2· (8/10)
...	...	...	...	...
Гарантийный срок	0,3	1 г.	2 г.	0,3· (2/1)
...	...	...	...	...
Дизайн	0,1	8 баллов	10 баллов	0,1· (10/8)
...	...	...	...	...
Итого	1			1,12

Сумма удельных весов всех показателей составляет 1. Полученный коэффициент потребительского качества новой продукции (1,12) находится путем сложения частных показателей итоговой оценки. Данный коэффициент показывает насколько, по мнению потребителей, новая продукция превосходит по своим качественным характеристикам существующие на рынке аналоги. На основании этого коэффициента находится верхний предел рыночной цены новой продукции:

$$Ц_{\text{в}} = Ц_{\text{а}} \cdot K,$$

где  $Ц_{\text{а}}$  — рыночная цена аналога;  $K$  — коэффициент потребительского качества.

На основании соотношения верхнего предела цены и себестоимости изготовления новой продукции (рис. 2.1) можно определить целесообразность производства и реализации новой продукции. Если верхний предел цены ниже расчетной себестоимости, то продукция потенциально коммерчески невыгодна. Необходимо или дорабатывать ее качественные характеристики, либо искать резервы снижения себестоимости.

Если разрыв между верхним пределом цены, ценой аналога и себестоимостью незначителен (не выше 10 %), то освоение такой продукции коммерчески рискованно, так как погрешности расчетов и факторы риска могут изменить фактические показатели.

На основании расчетов можно также установить ее рыночную цену и разработать ценовую стратегию продаж с учетом скидок и жизненного цикла продукции.



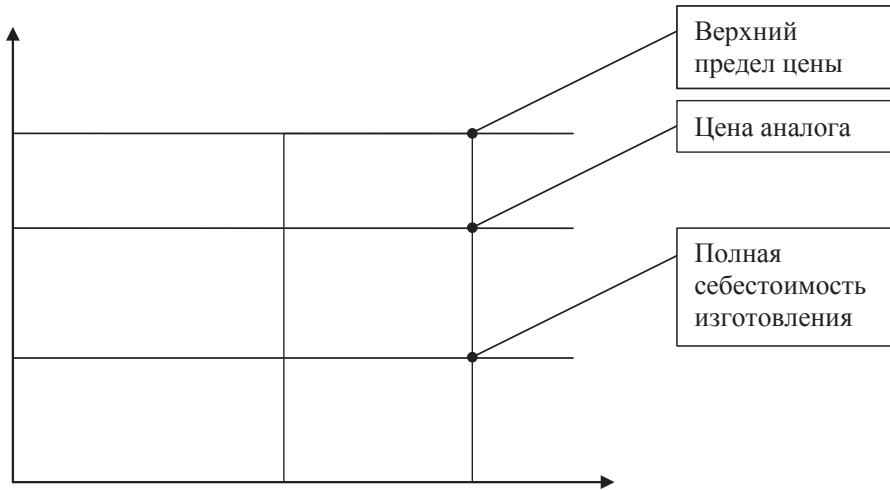


Рис. 2.1. Соотношение себестоимости и верхнего предела цены для коммерчески успешной продукции

## 2.2. Резервы снижения себестоимости продукции

При высокой экспертной оценке привлекательности новой продукции и незначительном разрыве между предполагаемой себестоимостью и верхним пределом рыночной цены проводят анализ резервов снижения затрат. На основании расчетной рыночной цены и требуемого уровня рентабельности устанавливают целевое значение затрат (как правило, переменных). Общее правило принятия решения о продолжении работ над новой продукцией можно сформулировать так: новый продукт выпускают, если процесс постоянных улучшений позволит после выхода продукта на рынок достичь уровня целевых затрат [18; 27].

Для анализа затрат используют их калькуляционный состав (рис. 2.2).

Наибольшие резервы снижения затрат кроются в сокращении постоянных и условно-постоянных затрат (ст. 10–11, рис. 2.2). Их величина распределяется на весь объем произведенной продукции, в отличие от переменных затрат (ст. 1–9). Следовательно, увеличение выпуска позволяет сократить затраты на единицу продукции за счет эффекта масштаба.

1. Сырье и основные материалы (за минусом возвратных отходов)	Технологическая себестоимость	Цеховая себестоимость	Производственная себестоимость	ПОЛНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ	
2. Покупные изделия					
3. Полуфабрикаты собственного производства					
4. Топливо и энергия на технологические нужды					
5. Износ спецоснастки					
6. Услуги производственного характера, выполненные сторонними организациями					
7. Основная заработная плата основных рабочих					
8. Дополнительная заработная плата основных рабочих					
9. Отчисления с основной и дополнительной зарплаты основных рабочих					
10. Общепроизводственные расходы	10.1. Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования (РСЭО)				
	10.2. Цеховые расходы				
11. Общехозяйственные расходы					
12. Коммерческие расходы					

Рис. 2.2. Состав и структура себестоимости

Расшифровка комплексных статей условно-постоянных и постоянных затрат приведена ниже.

Общепроизводственные расходы включают РСЭО, куда входят:

- все виды энергии (электроэнергия, теплоэнергия, сжатый воздух) для производственных целей;
- расходные (смазывающе-охлаждающие жидкости и т. д.) и вспомогательные материалы;
- ремонт оборудования (работы, выполненные сторонними организациями, запчасти, зарплата ремонтников с отчислениями и т. д.);
- инструмент и оснастка;
- внутрицеховой транспорт (оплата труда, энергопотребление и т. д.);
- основная и дополнительная зарплата рабочих, обслуживающих оборудование с отчислениями (наладчиков, стропальщиков и т. д.);
- амортизация оборудования и транспортных средств;
- прочие расходы.

В цеховые расходы включаются:

- энергия для хозяйственных целей (освещение, отопление);
- расходные материалы (моющие средства), инвентарь;
- ремонт зданий и сооружений цеха (работы, выполненные сторонними организациями, стройматериалы, зарплата ремонтников и т. д.);
- основная и дополнительная заработная плата цехового персонала с отчислениями (начальник цеха, мастера, экономист, кладовщики и т. д.);
- амортизация зданий и сооружений цеха;
- охрана;
- прочие расходы.

Структура общехозяйственных расходов аналогична цеховым расходам, кроме того, включает:

- обучение персонала, включая профпереподготовку и повышение квалификации;
- арендную плату;
- услуги связи, почтовые услуги, интернет;
- аудиторское обслуживание;
- банковское обслуживание;
- проценты по кредитам;
- командировочные расходы;
- прочие расходы.

Коммерческие расходы состоят:

- из представительских расходов;
- расходов на рекламу;
- складских расходов (по хранению готовой продукции);
- транспортных расходов по доставке продукции;
- комиссионных вознаграждений;
- прочих расходов.

Наиболее легкорезализуемые резервы сокращения затрат кроются в организационных факторах. Резервы, связанные с изменением стоимости материалов, трудоемкости (прямых затрат), как правило, требуют изменения технологии и оборудования и являются капиталоемкими.

Классификация факторов снижения себестоимости, влияние на ее изменение внешних и внутренних факторов приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

**Классификация факторов изменения себестоимости**

Условия изменения	Внутренние факторы	Внешние факторы
Повышение технического уровня производства	Механизация и автоматизация производственных процессов, внедрение нового прогрессивного оборудования	Изменение цен на материалы, полуфабрикаты, топливо
	Совершенствование применяемой технологии, модернизация и улучшение эксплуатации действующего оборудования	Замена поставщиков
	Изменение конструкции и технических характеристик, повышение качества продукции	Замена потребителей
	Внедрение новых видов и замена потребляемого сырья, материалов, топлива, энергии, энергосберегающих технологий	Изменение уровня внешней кооперации
	Улучшение использования материалов в производстве	Уровень развития НТП
Улучшение организации производства, труда и управления	Совершенствование управления производством	Изменения элементов государственной амортизационной политики
	Улучшение организации труда и использования рабочего времени	
	Специализация и кооперирование производства	
	Улучшение материально-технического снабжения	Изменение процентов по кредитам, страховых взносов, платежей и т. п.
	Изменение структуры топливоснабжения, улучшение использования топлива	
	Ликвидация непроизводительных расходов и перерасходов	
	Ликвидация потерь от брака	Уровень подготовки кадров (специалистов, рабочих)
	Совершенствование элементов учетной политики	
Изменение объема и структуры продукции	Улучшение использования основных производственных фондов (относительное уменьшение амортизационных отчислений)	Ужесточение требований экологии, охраны труда
	Относительное сокращение постоянных расходов (кроме амортизации)	Уровень безработицы и средней заработной платы в регионе
	Изменение структуры производимой продукции	

## 2.3. Технические ограничения

Технические решения, принимаемые на разных этапах жизненного цикла продукта, имеют свои особенности, значимые для проведения экономической оценки целесообразности мероприятия, влияющие на состав затрат, сроки окупаемости затрат [17; 18; 46; 48]. Кроме того, изменения, осуществленные на одном из этапов, приводят к изменениям, влияющим на решения на другом этапе. Например, предприятие-изготовитель улучшает конструкцию изделия, что приводит к удорожанию выпускаемой продукции. Оценивать целесообразность такого мероприятия необходимо не только с позиции предприятия-изготовителя продукции, но и с учетом предприятия-потребителя этого продукта — приведет ли улучшение конструкции к экономии в сфере эксплуатации в размере, достаточном для окупаемости дополнительных затрат на приобретение подорожавшего продукта, возрастет ли ценность для потребителя?

На рис. 2.3 представлена схема жизненного цикла продукта в увязке с субъектами хозяйственной деятельности.

Технические решения связаны со стадией жизненного цикла продукта. Традиционно выделяют следующие стадии:

- создание нового бизнеса и внедрение на рынок;
- стадия роста;
- зрелость;
- спад;
- обновление деятельности.

Каждому этапу соответствует своя стратегия и программа действий. Примеры технических решений, принимаемых на разных этапах жизненного цикла предприятия, приведены ниже.

Старт, подготовительный период	Выбор продукта (услуги) — пользующийся спросом или новый продукт, соответствующий выявленной потребности. Инженерные решения: разработка конкурентоспособной конструкции или адаптация имеющихся разработок к своей ситуации и поставленным задачам. Разработка процесса изготовления и выбор необходимых средств производства с учетом жестких финансовых ограничений.
Внедрение на рынок	Цель — проникнуть на рынок. Проблема — убыточная деятельность при больших затратах и низких доходах. Наибольшую значимость имеют грамотные финансовые и инвестиционные решения.

Внедрение на рынок	Инженерные решения — обеспечение максимального режима экономии, наименьшего уровня затрат без потери запланированного уровня качества продукта, организация процессов послепродажного обслуживания производимой продукции, если это приводит к росту конкурентоспособности.
Рост	Цель — привлечь и заинтересовать потребителя. Инженерные решения: доработка конструкции и совершенствование процессов с учетом начального опыта производства и работы на рынке, обеспечение наличия у продукта конкурентоспособных характеристик (качество, особые потребительские свойства и (или) низкая себестоимость изготовления, что позволит продавать продукт по более низкой цене); приобретение дополнительных средств производства, обеспечивающих увеличение объема деятельности; техобслуживание и замена в соответствии со сроками службы имеющихся средств производства.
Зрелость	Цель — расширение деятельности. Инженерные решения: разработка новых продуктов и процессов их изготовления, решения по выбору соответствующих машин и оборудования, основных материалов; решения по поддержанию производства начального продукта в соответствии с меняющимися внешними факторами.
Спад	Цель — поддержание объема деятельности и сохранение прибыли. Инженерные решения: мероприятия, обеспечивающие снижение затрат (своевременная продажа ненужного оборудования, контроль его загрузки, грамотный выбор места исполнения процессов — «сами» или «на сторону»).
Обновление	Цель — выбор новых продуктов или видов деятельности, актуальных для новой ситуации и способных приносить прибыль в долгосрочном периоде. Инженерные решения: разработка новых продуктов и новых технологий, обеспечение их средствами производства и материалами.

Технические решения принимаются либо в рамках инвестиционного проекта по созданию нового предприятия, нового направления деятельности, внедрению нового продукта, либо в рамках текущей деятельности предприятия с целью повысить эффективность этой деятельности. В первом случае технические мероприятия являются элементами большого нового проекта, при этом отдельные технические решения также будут относиться к категории масштабных, например, разработка конструкции нового изделия, планируемого для производства на данном предприятии, другие следует отнести к мероприятиям локального характера, так как предлагают способы ре-



Рис. 2.3. Влияние хозяйствующих субъектов на жизненный цикл продукта

шения отдельных вопросов в рамках большого мероприятия. В случае принятия решений в рамках текущей деятельности мероприятия также могут быть отнесены как к масштабным, так и к локальным, например, в зависимости от количества объектов, по которым при-



Рис. 2.4. Виды технических решений: масштабные или локальные



нимаются решения. Так, проект по техническому перевооружению предприятия — мероприятие большого масштаба; если выделить отдельные мероприятия в рамках этого проекта, касающиеся отдельных видов оборудования, их следует трактовать как локальные. Как правило, мероприятия, охватывающие обширную зону деятельности, требуют значительную сумму капитальных вложений, что приводит к различиям в требованиях к продолжительности срока окупаемости: небольшая сумма капвложений — ожидания по сроку окупаемости 1–2 года, масштабные решения приводят к существенным инвестиционным затратам и, следовательно, к допущению больших сроков окупаемости. Все вышесказанное для обеспечения лучшего понимания можно представить в виде схемы (рис. 2.4).

Как выше оговаривалось, технические решения принимаются, как правило, в рамках инвестиционных решений по внедрению новшеств или обеспечению повышения эффективности текущей деятельности. Задача технического решения — предложить прогрессивный и экономически целесообразный вариант с учетом требований рынка (потребителя) и обеспечивающий разумную экономию средств. Таким образом, грамотное техническое решение приводит к росту эффективности инвестиционных решений. Окончательное решение технического характера принимается на основе предварительного технико-экономического обоснования на основе выбора из нескольких альтернативных. В редких случаях рассматривается единственный вариант решения.

---

## **2.4. Изобретательская задача. Основные инструменты ТРИЗ**

---

Альтшуллер Г. С. процесс изобретения раскладывал на составляющие, одной из таких составляющих является изобретательская задача (ТРИЗ).

Сам автор теории ТРИЗ характеризует изобретательскую задачу как задачу, необходимым условием решения которой является устранение технического противоречия [5].

Изобретательская ситуация — это любая технологическая ситуация, в которой отчетливо выделена какая-то неудовлетворяющая нас особенность.

Причины трудностей при решении изобретательской задачи, по мнению Г. С. Альтшуллера [3]:

- «сначала мы имеем дело не с задачей, а с изобретательской ситуацией — целым клубком задач, и нужно каким-то образом выделить из этого клубка единственно правильную задачу;
- пытаясь решить задачу обычными (известными, привычными) путями, мы наталкиваемся на техническое противоречие, и нужно каким-то образом докопаться до спрятанного в его глубине физического противоречия;
- чтобы устранить физическое противоречие, нужно каким-то образом найти подходящий технический прием или физический эффект».

Авторы ТРИЗ выделяют задачи высшей трудности, которые предполагают выполнение ряда условий:

- предложена не задача, а весьма нечеткая ситуация;
- условия задачи содержат неправильные требования и указания;
- условия задачи изложены чересчур кратко;
- ответ на задачу включает использование физического эффекта, неизвестного изобретателю.

Альтшуллер Г. С. делил изобретательские задачи на мини и макси в зависимости от масштаба необходимых решений.

Минимальная задача может быть получена из ситуации по формуле: то, что есть, минус недостаток, или то, что есть, плюс требуемое достоинство (новое качество). Таким образом, минимальная задача получается из ситуации введением предельных ограничений на изменение исходной технической системы. Например, увеличение скорости парусного судна легко достигается за счет увеличения площади парусов. Таким образом мы улучшаем нужное нам свойство без ухудшения всей системы. Но такое решение возможно далеко не для всех задач, когда решение задачи требует не улучшающих, а принципиальных инноваций, мы говорим о макси-задаче.

Макси-задача (максимальная задача), наоборот, получается предельным снятием ограничений: исходную систему разрешается заменить принципиально новой системой. Принципиальное увеличение скорости как таковой и ее постоянности (независимости от ветра) невозможно при использовании парусов: когда на смену парусному судну стали приходить пароходы, судна с двигателем внутреннего сгорания, — это было решением макси-задачи — полной смены принципиальной схемы работы объекта.

Итак, любая изобретательская задача имеет противоречие. Рассмотрим более подробно специфику технического противоречия.

Техническое противоречие, как параметр изобретательской задачи, заключается в том, что одно свойство системы противоречит другому ее свойству или улучшение одной части системы приводит к ухудшению другой ее части (по Г. С. Альтшуллеру).

Противоречие (одно из ключевых понятий в ТРИЗ) — ситуация, когда должны удовлетворяться противоположные требования. Анализ десятков тысяч изобретений, проведенный Г. С. Альтшуллером, показал, что существует несколько десятков общих принципов, лежащих в основе большинства современных изобретательских идей и что при всем многообразии технических противоречий большинство из них разрешается ограниченным числом повторяющихся приемов.

ТРИЗ утверждает, что любой качественный шаг в развитии — результат преодоления какого-либо противоречия.

При решении изобретательской задачи мы должны выявить как можно больше противоречий, скрываемых системой, и на основе сформированного списка выбрать наиболее существенные и важные для данной конкретной ситуации.

ТРИЗ выделяет 3 вида противоречий (в порядке возрастания сложности разрешения):

- административное противоречие — надо улучшить систему, но я не знаю как (не умею, не имею права) сделать это. Это противоречие является самым слабым и может быть снято либо путем изучения дополнительных материалов, либо принятия или снятия административных решений;
- техническое противоречие — улучшение одного параметра системы приводит к ухудшению другого параметра. Техническое противоречие — это и есть постановка изобретательской задачи. Переход от административного противоречия к техническому резко понижает размерность задачи, сужает поле поиска решений и позволяет перейти от метода проб и ошибок к алгоритму решения изобретательской задачи, который либо предлагает применить один или несколько стандартных технических приемов, либо (в случае решения сложных задач) указывает на одно или несколько физических противоречий;

- физическое противоречие — для улучшения системы какая-то ее часть должна находиться в разных физических состояниях одновременно, что невозможно. Физическое противоречие является наиболее фундаментальным, потому что изобретатель упирается в ограничения, обусловленные физическими законами природы. Для решения задачи изобретатель должен воспользоваться справочником физических эффектов и таблицей их применения.

Пути устранения физического противоречия могут быть следующими:

- разрешение в пространстве;
- разрешение во времени;
- разрешение в отношениях;
- разрешение на системном уровне.

В противовес методу проб и ошибок, а также его модификациям авторы теории ТРИЗ предлагают набор инструментов, которые позволяют повысить эффективности решения задач [10; 14; 19–22; 25; 32].

К инструментам ТРИЗ относят:

- приемы;
- задачи-анalogии;
- информационный фонд;
- вепольный анализ;
- ресурсы;
- оператор системный;
- законы развития технических систем.

Начнем знакомство с инструментами ТРИЗ с приемов.

Смысл системы типовых приемов состоит в том, что они являются своего рода настольным справочником изобретателя, но справочником особого рода: изобретатель должен рассматривать его как основу, которую необходимо самостоятельно пополнять по новым техническим и патентным публикациям (Г. С. Альтшуллер).

В системе ТРИЗ приемов насчитывается 40, но необходимо учитывать, что с дальнейшим развитием техники и технологии данный список будет пополняться. Рассмотрим некоторые из приемов.

Принцип дробления заключается в реализации одного из нижеследующих вариантов:

- разделить объект на независимые части;
- выполнить объект разборным;
- увеличить степень дробления объекта.

Дробление — одна из ведущих тенденций в развитии современной техники. Примеры. Патент США № 2859791 — пневматическая шина, состоящая из двенадцати независимых секций. Разделение шины осуществляется, чтобы повысить надежность. Подшипник — элемент, разные части которого могут двигаться и одновременно оставаться неподвижными.

Принцип вынесения — отделить от объекта «мешающую» часть («мешающее» свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть (нужное свойство). Примеры. Столкновение самолетов с птицами вызывает иногда тяжелые катастрофы. В США запатентованы самые различные способы отпугивания птиц от аэродромов (механические чучела, распыление нафталина и т. д.). Наилучшим оказалось громкое воспроизведение крика перепуганных птиц, записанное на магнитофонную ленту. Отделить птичий крик от птиц — решение, конечно, необычное, но характерное для принципа вынесения. Также примером может быть электронная сигарета, которая оставляет курильщику эффект присутствия сигареты, но при этом не имеет вредных смол, едкого дыма, а значит, наносит минимальный вред здоровью.

Принцип асимметрии — перейти от симметричной формы объекта к асимметричной, у симметричной формы увеличить степень асимметрии.

Машины рождаются симметричными. Это их традиционная форма. Поэтому многие задачи, трудные по отношению к симметричным объектам, легко решаются методом нарушения симметрии.

Примеры. Фары автомобиля должны работать в разных условиях: правая должна светить ярко и далеко, а левая — так, чтобы не слепить водителей встречных машин. Требования разные, а устанавливались фары всегда одинаково. Одна из причин опасности автомобилей с правым рулем при правостороннем движении — зеркальная настройка фар.

Принцип объединения основан:

- на соединении однородных или предназначенных для смежных операций объектов;
- объединении во времени однородных или смежных операций.

Пример — дом на колесах.

Принцип универсальности — объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах. Примеры. В Японии рассматривается возможность постройки танке-

ра, оборудованного нефтеперегонной установкой; смысл проекта — совмещение во времени процессов транспортировки и переработки нефти. Рыболовецкое судно оборудовано специальными установками, которые позволяют перерабатывать улов прямо на борту, и в порт привозят уже консервированную или мороженную рыбу.

Следующий инструмент, который будет рассматриваться, — задачи-анalogии.

Изобретательские задачи, относящиеся к различным областям деятельности, могут иметь сходные технические и физические противоречия и способы их разрешения. В этом случае их называют задачами-аналогиями. Задачи-анalogии используются как при обучении ТРИЗ, так и при выполнении новых разработок по ТРИЗ.

Вот что об этом писал Г. С. Альтшуллер: «Сегодня научная организация изобретательского творчества кажется чем-то необычным, но пройдет время, и немыслимой будет представляться нынешняя технология творчества, при которой общие принципы не фиксируются и каждую идею приходится «переизобретать» тысячи раз...» [5].

Покажем, как решались учебные задачи в идеологии Г. С. Альтшуллера:

- определяют сущность данной задачи;
- находят техническое противоречие в данной задаче;
- ищут задачу-аналог;
- рассматривают техническое противоречие в задаче-аналог;е;
- сравнивают, что аналогично в п. 2 и п. 4;
- формулируют идею решения задачи-аналог;а;
- решают, как изменить эту идею применительно к данной задаче.

Следует помнить, что при использовании алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ) надо переносить смысл идеи, а не конкретную конструкцию.

Таким образом, если говорить о задачах-аналогиях, то на решение переносится принцип, а не пошаговость действий.

Информационный фонд — это вся необходимая информация для решения изобретательской задачи. Формирование информационного фонда — процесс бесконечный. При получении новых результатов информационный фонд должен пополняться.

Информационный фонд состоит:

- из приемов устранения противоречий и таблицы их применения;
- системы стандартов на решение изобретательских задач (типовые решения определенного класса задач);
- технологических эффектов (физические, химические, биологические, математические, в частности, наиболее разработанные из них в настоящее время — геометрические) и таблицы их использования;
- ресурсов природы и техники и способов их использования.

Стандарты на решение изобретательских задач разбиты на 5 классов. Порядок их расположения отражает направления развития технических систем.

Класс 1 — построение и разрушение вепольных моделей — включает ряд конкретных преобразований по достройке и разрушению веполь в зависимости от тех или иных ограничений, приведенных в условиях исходных задач.

Класс 2 — развитие вепольных моделей — описывает способы, позволяющие путем сравнительно небольших усложнений существенно повысить эффективность работы соответствующей модели технической системы.

Класс 3 — переход к надсистеме и на микроуровень — продолжает линию стандартов класса 2 на форсирование вепольных моделей. Стандарты классов 2 и 3 базируются на использовании законов развития технических систем, в том числе законов развертывания-свертывания, повышения динамичности и управляемости, перехода на микроуровень, согласования-рассогласования и т. д.

Класс 4 — стандарты на обнаружение и измерение систем — составляют особый комплекс, поскольку решение таких задач имеет ряд характерных особенностей. Но в целом направление развития измерительных систем соответствует общим законам развития, вследствие чего стандарты этого класса имеют много общего со стандартами классов 1–3.

Класс 5 — стандарты на применение стандартов — имеет важное значение для получения эффективных решений изобретательских задач.

Алгоритм решения изобретательской задачи — инструмент для мышления, а не вместо мышления.

➡ Не спешите! Тщательно обдумайте формулировку каждого шага.



### 3. Функционально-стоимостный анализ конструкций и технологий

---

#### 3.1. Основы ФСА

---

Основной задачей функционально-стоимостного анализа (ФСА) является ответ на вопрос, как сделать данное изделие, технологию, бизнес-процесс экономически более совершенным. Под «экономическим совершенством» здесь подразумевается гармония интересов производителя и потребителя продукта [7; 8; 23; 24; 29].

В современных условиях для достижения экономической эффективности мало произвести просто дешевый и качественный продукт, необходимо дать потребителю даже нечто больше, превосходящее его ожидание. Быть немного, всего лишь на шаг, впереди желаний и потребностей любимого клиента.

В такой непростой ситуации производитель должен отдавать себе полный отчет, что, для кого и как он производит. В этой связи не следует забывать простую истину, что потребитель приобретает прежде всего не конкретный товар или услугу — он приобретает полезность данного изделия для себя.

Одним из инструментов, позволяющим повысить конкурентоспособность изделия, предприятия, является функционально-стоимостный анализ.

Предметом и задачами теории ФСА является исследование закономерностей формирования функционально необходимых затрат и использование этих закономерностей для обеспечения необходимого уровня качества. ФСА — это практический инструмент, который правильнее всего рассматривать как частный случай проявления функционально-стоимостного подхода ко всякой полезной деятельности.



ФСА имеет принципиальное отличие от обычных способов снижения производственных и эксплуатационных затрат, так как предусматривает использование функционального подхода. Сущность такого подхода — рассмотрение объекта не в его конкретной форме, а как совокупность функций, которые он должен выполнять. Каждая из них анализируется с позиции возможных принципов и способов исполнения с помощью совокупности специальных приемов. Оценка вариантов построения объекта производится по критерию, учитывающему степень выполнения и значимость функций, а также размер затрат, связанных с их реализацией.

Функционально-стоимостный анализ — метод системного исследования функций, работоспособности различных объектов и затрат на их реализацию. Наиболее широко ФСА применяется для совершенствования технических объектов — конструкций, их частей и деталей, оборудования, технологических процессов производства. Основная цель анализа — выявление резервов снижения затрат на исследования, разработки, производство и эксплуатацию рассматриваемых объектов.

В силу своей системности, ФСА позволяет выявить в каждом изучаемом объекте причинно-следственные связи между качеством — эксплуатационными характеристиками и затратами.

Функционально-стоимостный анализ начинается с выбора объекта анализа.

Выбор объекта анализа необходимо обосновать определенными критериями, позволяющими подтвердить важность проведения ФСА именно по данному объекту.

В качестве критериев выбора объекта могут выступать:

- уровень себестоимости изделий;
- удельный вес отдельных изделий в полной себестоимости продукции;
- уровень рентабельности;
- количество рекламаций и их причины и т. д.

В качестве критериев могут приниматься и обобщающие показатели эффективности использования производственных ресурсов: материалоемкость, трудоемкость, производительность; показатели надежности, долговечности, ремонтпригодности.

Важным критерием является снижение материалоемкости. Отечественные изделия отличаются по сравнению с мировыми стандартами значительной материалоемкостью (в 2—3 раза и более).

Одним из главных критериев является качество изделия, его конкурентоспособность.

ФСА — это коллективный метод. При его проведении принимают участие специалисты различных направлений: конструкторы, технологи, экономисты, специалисты по организации, нормированию, оплате труда, маркетингологи, менеджеры, специалисты в области информационных технологий и т. д.

Проводить исследования в области функционально-стоимостного анализа специалистам одного направления невозможно: требуются знания из самых различных отраслей технических и экономических дисциплин.

### **Этапы проведения ФСА**

Методология функционально-стоимостного анализа предполагает выполнение семи последовательных этапов исследования [7–8].

Цель подготовительного этапа ФСА — организовать процесс проведения ФСА в соответствии с его принципами. Основные задачи, которые стоят перед организаторами проведения ФСА на данном этапе, — это выбор объекта ФСА и определение границ исследования; определение целей проведения ФСА; организация взаимодействия различных служб и подразделений предприятия; планирование процесса проведения ФСА.

Отправной точкой начала проведения функционально-стоимостного анализа является ограничение рассматриваемого объекта как системы. Важность данного пункта для дальнейшей работы обусловлена использованием функционального подхода при проведении ФСА. Дело в том, что зачастую для выявления функций объекта исследования мы вынуждены рассматривать его в процессе взаимодействия с внешней (по отношению к самому изучаемому объекту) средой. Кроме того, дальнейшее ранжирование функций объекта также требует определения границ системности.

Кажущаяся простота и незначительность данного этапа работы обманчива. И если в случае рассмотрения простейших систем, например, бытовых изделий, несложных механических агрегатов, все так или иначе достаточно очевидно, то в случае исследования уже организационных структур современных предприятий с множеством формальных и неформальных связей проведение данного этапа вызывает определенные затруднения. Здесь уже начинают проявляться особен-

ности ФСА конструкций и ФСА технологических процессов и организационных структур.

Основное отличие ФСА технологического процесса от ФСА конструкции в том, что технологический процесс — это временная система, а не пространственная. Поэтому для обеспечения эффективности ФСА технологии необходимо анализировать не только элементы объекта (операции и технологические переходы), но внешние системы, обеспечивающие выполнение этих операций и технологических переходов, (оборудование, приспособления и т. п.).

На информационном этапе проводится сбор и предварительная оценка технической и экономической информации по объекту анализа. Проведение патентных исследований при проведении ФСА значительно отличается от методики патентных исследований, проводимых при патентовании. Во-первых, цель патентных исследований в этом случае не поиск аналогов и прототипа, а определение тенденций развития объекта анализа в предыдущие 7–10 лет развития (более глубокие исследования увеличивают трудоемкость, но, как правило, не дают дополнительной информации). Во-вторых, исследования проводятся не только непосредственно по объекту анализа, но и по всем техническим системам, использующим аналогичные принципы действия.

Кроме сбора и оценки информации на информационном этапе ФСА строят структурно-элементную схему объекта исследования. После ее построения данный этап ФСА можно считать законченным. Определение взаимосвязи между компонентами объекта, т. е. построение структурной модели объекта, называют структурным анализом.

В качестве объекта исследования могут быть выбраны: конструкция (изделие), технология его изготовления, организация труда и производства, управленческая структура и т. д. Необходимо собрать информацию по исследуемому объекту, провести структурный анализ.

В рассматриваемом случае в качестве объекта исследования выбирается конструкция, которая разделяется на отдельные элементы (узлы, подузлы, детали, материальные носители). Наиболее рациональным количеством уровней в данной структурной модели должно быть равно двум (рис. 3.1).

Объект делится на элементы, которым в дальнейшем могут быть поставлены в соответствие определенные функции.

Аналитический этап ФСА, продолжая и развивая предыдущие этапы, наиболее полно отражает суть функционально-стоимостного анализа.

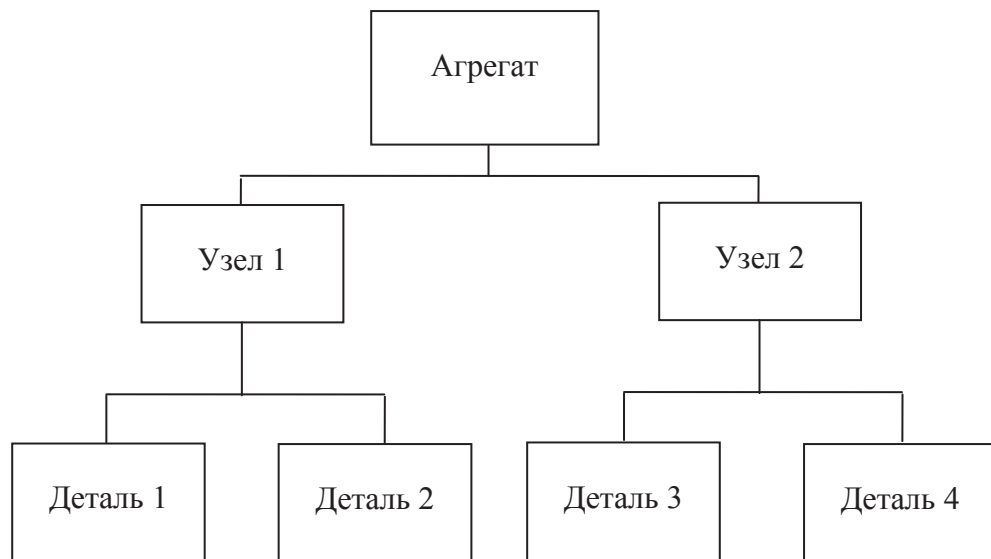


Рис. 3.1. Структурно-элементная схема объекта исследования

Основные задачи этапа: выявление и классификация функций, построение функциональной модели объекта, функционально-структурной модели объекта, определение важности и значимости функций, распределение затрат по функциям, расчет затрат на каждую функцию, построение функционально-стоимостной диаграммы.

Творческий этап ФСА направлен на поиск новых вариантов реализации функций. Данный этап направлен на устранение точек рассогласования, а также на уменьшение стоимости реализации функций. На этапе широко используются специфические методы ФСА — методы активизации творческого мышления: мозговой штурм, морфологический анализ, метод контрольных вопросов, метод ТРИЗ.

В результате проведения данного этапа формулируется концепция совершенствования исследуемого объекта.

Исследовательский этап состоит в рассмотрении преимуществ и недостатков предложенных вариантов реализации функций. Варианты рассматриваются с позиций:

- работоспособности (работоспособные, неработоспособные);
- времени осуществления (неосуществимые по техническим причинам, предлагаемые для перспективного внедрения, предлагаемые для безотлагательного внедрения);
- экономической эффективности.

Рекомендательный этап заключается в подготовке необходимой документации в виде чертежей, эскизов, расчетов, пояснительных записок по принятым вариантам реализации функций. На данном этапе происходит формирование технических решений, устраняются конструктивные недостатки в вариантах, которые могут быть реализованы, составляются эскизы и пояснения к ним.

На данном этапе осуществляется:

- отбор экономических и конструктивных критериев выбора окончательного варианта технического решения;
- определение окончательного варианта по результатам решения задачи оптимизации затрат;
- оформление выбранного варианта изменений объекта;
- разработка рекомендаций по результатам ФСА, составление и утверждение проекта плана-графика внедрения рекомендаций результатов проведенного анализа.

Процесс проведения ФСА заканчивается определением показателей эффективности.

Этап внедрения имеет следующее содержание:

- составление графика внедрения;
- согласование графика с другими разделами плана повышения эффективности;
- организация работ по реализации рекомендаций;
- стимулирование внедрения.

Все этапы ФСА, представляя содержание метода, выполняются в строгой последовательности.

### 3.2. Функциональные методы

Функционально-стоимостный анализ использует методы информационного и эвристического поиска. Информационный поиск — это поиск решения для конкретной задачи среди известных решений из информационных источников. Эвристический поиск — это творческий поиск оригинальных, нестандартных решений с элементами изобретательства. В практике ФСА обычно совмещают приемы того и другого вида поиска [7; 29].

Наиболее распространенные методы эвристического поиска: мозговой шторм, морфологический анализ, контрольные вопросы, алгоритмизированный поиск.

Мозговой шторм — метод коллективного поиска новых решений, пригодный для нахождения разных видов решений:

- управленческих;
- организационных;
- конструкторских;
- технологических
- и др.

В мозговом шторме обычно участвует группа специалистов разного профиля, заинтересованных в разрешении какой-либо проблемы. Мозговой шторм проводится в четыре этапа:

1) члены группы знакомятся с задачей и целями, выясняют условия и ограничения. При этом задачу лучше сформулировать письменно;

2) проводится одна или несколько сессий мозгового шторма. При проведении сессии должны соблюдаться определенные правила:

- высказывания участников должны быть сжатыми и четкими, подробная мотивировка не нужна (должны содержать только предложения без обоснований);
- скептические замечания и критика категорически не допускаются (они сдерживают творческий процесс);
- каждый участник может высказываться несколько раз, но не подряд;
- продолжительность выступлений должна быть не более 3-х минут;
- наиболее продуктивно работает группа из 15–20 человек в течение 20–60 минут (сессия не должна продолжаться более часа);
- запрещается зачитывать заранее (до сессии) написанные предложения, чтобы избежать трафарета;
- все выступления записываются или стенографируются.

Важная роль при проведении мозгового шторма принадлежит ведущему (руководителю сессии), его умению выдерживать указанные выше правила. Ведущий должен хорошо представлять проблему, его задача — стимулирование ассоциативного мышления;

3) послесессионное обдумывание. Рождение оригинальной идеи (озарение) иногда приходит к человеку не во время обсуждения, а спустя какое-то время, например, даже во время отдыха. Поэтому на сес-

сии участникам выдают блокноты для записи идей и передачи новых предложений руководителю группы;

4) оценка предложений и выбор решения. На этапе участвуют наиболее квалифицированные специалисты и менеджеры и вырабатывается окончательное решение для представления руководству.

Таким образом, мозговой штурм — это способ коллективного генерирования идей на совещании экспертов, которое происходит по специально разработанной схеме и способствует получению большого количества идей за короткий промежуток времени.

Основная особенность метода состоит в том, что период свободного творчества и выдвижения идей, предложений и гипотез четко отделен от этапа критической оценки полученной информации.

Метод контрольных (наводящих) вопросов использует эффект «подсказки», который возникает при рассмотрении списка вопросов, заранее составленных по определенным правилам.

Контрольные вопросы составляют на основе анализа известных решений по какой-либо проблеме. Этим методом часто пользуются для поиска рационализаторских предложений в области конструкций, технологии, организации производства и управления. Контрольные вопросы могут быть полезны при поиске решений как индивидуальным, так и коллективным образом. Например, контрольные вопросы используются при анализе функциональных затрат методом исследования факторов (см. пример на с. 46).

Стандартные вопросы при совершенствовании конструкции:

- можно ли некоторые оригинальные детали заменить на стандартные;
- нет ли в конструкции узла лишних частей, которые можно исключить;
- станет ли конструкция более технологичной, если ее расчленить на большее количество узлов.

Метод алгоритмизированного поиска представляет собой методическое руководство, содержащее последовательность выполнения логических приемов и эвристических правил, следуя которым можно подойти к решению поставленной технической задачи. Наиболее известным представителем этого метода является теория решения инженерных (изобретательских) задач (ТРИЗ).

Метод был предложен Г. С. Альтшуллером в 50-е годы, получил распространение в нашей стране и за рубежом и может рассматриваться

как систематизированная технология творчества, при которой процесс мышления не хаотичен, а организован и четко управляем.

### Расчет снижения затрат методом исследования факторов

Но- мер фак- тора	Контрольный вопрос	Ответ: 1 (да), 0 (нет) по функци- ональным частям				
		1	2	3	4	...
1	Можно ли применить принципиально другое решение, построенное на ином физическом принципе?					
2	Имеются ли функционально ненужные элементы (детали или части деталей) и можно ли их устранить?					
3	Имеются ли завышенные размеры в конструкции, слишком большая толщина стенок, завышенная точность?					
4	Можно ли заменить заготовки деталей на более прогрессивные с меньшими припусками на обработку?					
5	Можно ли заменить материал деталей на более дешевый?					
6	Можно ли объединить несколько деталей в одну и уменьшить тем самым число деталей?					
7	Можно ли изменить конфигурацию некоторых деталей, сделав их более технологичными при обработке и сборке?					
8	Можно ли некоторые детали сделать однотипными?					
9	Можно ли заменить некоторые детали на стандартные?					
10	Можно ли заменить некоторые крепежные детали, пружины, прокладки, подшипники и т. д. на более дешевые?					
Итого число факторов						

Центральным звеном в упорядоченной последовательности алгоритма служит выявление технического противоречия и его устранение. Под техническим противоречием подразумевается ситуация, возника-



ющая в технической системе, при которой одному и тому же объекту предъявляют взаимоисключающие технические требования.

Для поиска новых технических решений инженерных задач применяется целый комплекс методических приемов. ТРИЗ предусматривает использование всех основных частей ТРИЗ, в том числе построение и анализ модели с формулировкой идеального конечного результата (ИКР), выявление и устранение технического (ТП) и физического противоречий (ФП) и т. д.

Успех решения задачи во многом зависит от правильности ее формулировки, определения вида конфликта и составления вепольной схемы. Отдельные задачи можно решить, используя только правила вепольного анализа, который опирается на представление технической системы (ТС) в виде двух веществ (В1 — инструмент, В2 — изделие) и поля (П) и направлен на исследование этих веполей, их достройку до необходимого комплекса.

Вепольный анализ — построение модели технической системы, отражающей главное для данной задачи свойство системы и ее преобразование.

В большинстве случаев для получения ответов на так называемые стандартные задачи можно весьма эффективно применять для устранения технических противоречий стандартные решения — комплекс специальных приемов и таблиц.

Для перехода к техническому решению эффективно используются характерные физические эффекты и явления.

Процесс решения изобретательских задач разделен на отдельные операции, которые выполняются последовательно и по правилам. Решение задачи идет по четкой программе.

Зона поисков методически сжимается: от технической системы к паре конфликтующих элементов, затем к одному элементу, который предстоит изменить, и, наконец, к «больной» зоне этого элемента — тому участку, где кроется физическое противоречие.

Морфологический анализ — систематизированное исследование различных комбинаций организационно-технических решений в целях выявления новых оригинальных идей. Наиболее широкое распространение получила методика морфологических таблиц, позволяющая рассматривать разнообразные комбинации решений.

Основная идея морфологического анализа — с помощью комбинаторики получить все теоретически возможные варианты реализации

объекта с требуемой главной функцией. Для этого анализируют строение (морфологию) объекта, выделяя основные элементы. Далее составляют список всех формально возможных способов выполнения элементов. После этого рассматривают все сочетания изменяемых параметров (элементов) объекта. Если изменяемых элементов не много, то для наглядности строится морфологическая матрица.

Основное достоинство метода морфологического анализа — ориентация на поиск новых нестандартных решений.

В классической теории в морфологическом анализе принято выделять следующие этапы:

- точную формулировку поставленной проблемы;
- определение параметров (характеристик), от которых зависит решение проблемы;
- деление параметров на их значения и представление их в виде набора матриц (или морфологической таблицы, карты);
- формирование вариантов путем комбинаций — по одному элементу из каждой строки;
- проверку всех имеющихся в морфологической карте вариантов на совместимость элементов и отброс нулевых вариантов, определение функциональной ценности всех возможных сочетаний;
- выбор из морфологической карты наилучшего варианта решения (выполняется с применением различных, в том числе экспертных, методов).

Морфологическая матрица отражает как параметры структуры объекта, так и функции его элементов (подобно функциональной модели в матричном многовариантном исполнении).

Метод морфологического анализа наиболее подходит для задач по выбору вариантов многокомпонентных систем. Например, варианты состава цехового парка оборудования представляют собой комбинации частных вариантов оснащения оборудованием участков и рабочих мест.

Общий вид морфологической матрицы представлен на рис. 3.2. Представленные на рисунке комбинации можно записать следующим образом:

- вариант № 1 A1 B2 B4 Г1;
- вариант № 2 A3 B3 B2 Г2.



Морфологический анализ широко применяется для исследования проблемных ситуаций и выбора направлений решений конструкторских задач общего плана, при проектировании новых машин и поиске новых компоновочных решений, а также технологических разработках (табл. 3.1).

Таблица 3.1

**Фрагмент морфологической матрицы вариантов изготовления корпусов**

Характеристики	Вид исполнения					
Материал корпуса	Серый чугун	Магн-евый чугун	Стальные отливки	Листовая сталь	—	—
Способ изготовления	Дообработка стандартных литых заготовок	Литье по индивидуальным моделям	Сварка	Сборка элементов, получаемых отливкой	Сборка из элементов, получаемых вырезкой из листа	Склеивание
И т. д.						

### 3.3. Стоимостной<sup>1</sup> анализ функций

Функция — предмет функционально-стоимостного анализа, его начальное понятие.

Функциональный подход позволяет проводить экономический анализ конструкций и технологий с точки зрения потребителя. Потребителя интересуют прежде всего не предметы и изделия как таковые, а выполняемые ими функции. Центральное понятие ФСА — функция — внешнее проявление свойств объекта в рассматриваемой системе отношений, т. е. в определенной, конкретной предполагаемой обстановке [38; 39].

Существуют определенные правила формулировки функций объекта исследования. Во-первых, функции формулируются для конкретно-

<sup>1</sup> Нормативно стоимостный. В экономической литературе принято стоимостной. (Ред.).

го объекта применительно к конкретным условиям работы. Например, электрическая лампа накаливания в настольном светильнике кроме полезной функции «излучать свет» выполняет также вредную функцию «излучать тепло». При использовании этой же лампы в инкубаторе функция «излучать тепло» будет уже полезной, а функция «излучать свет» — нейтральной.

Во-вторых, формулировка функций не должна содержать указаний на конкретное материальное воплощение объекта (для технических систем — на конкретное конструкторско-технологическое исполнение). Например, функцию мясорубки следует обозначить словосочетанием не «резать мясо», а «измельчать продукт», поскольку глагол «резать» указывает на конкретную технологическую операцию, а глагол «измельчать» допускает многовариантность выполнения этого действия. Понятие «продукт» в данном случае является более обобщенным, чем понятие «мясо».

В-третьих, у функции должен быть материальный объект — вещество или поле. При анализе информационных систем в качестве материального объекта рассматривается также информация. Объектами функции не должны выбираться свойства и параметры исследуемой системы. Например, функция рамы велосипеда — «удерживать детали», а не «придать устойчивость» или «обеспечить жесткость».

В-четвертых, проявление функции состоит в действии. С учетом этого при формулировке функции необходимо выбирать глагол, отражающий это действие. Не рекомендуется использовать для формулировки функций глаголы, не обозначающие прямое действие (обеспечить, улучшить, добиться, предотвратить, исключить и др.).

Функция должна содержать характеристику действия относительно объекта функции. Критерием наличия функции является изменение хотя бы одного параметра объекта функции. Например, функция электрокипятильника — «нагревать жидкость». Изменяемый параметр жидкости — температура.

В завершенном виде формулировка функции должна включать обозначения действия функции глаголом в неопределенной форме и объекта функции существительным в винительном падеже. Например, электрический провод — «проводить ток»; автомобиль — «перемещать груз».

При необходимости в определении функции могут быть включены дополнения (обстоятельства), которые характеризуют место, время,

направленность функции и т. д. Эти дополнения рекомендуется приводить в скобках. Например: нитка — «соединять пуговицу (с тканью)»; зубная щетка — «удалять грязь (с зубов)»; шнек мясорубки — «вводить продукт (в решетку)»; синхронный двигатель F1 — «вращать механизм (в рабочем режиме)»; F2 — «вращать механизм (при пуске)». Выполнение двигателем одной и той же функций в разные периоды работы механизма обеспечивается разными обмотками — пусковой и рабочей.

При формулировании глагольной части функции рекомендуется не употреблять частицу «не», т. е. функция должна отражать позитивное действие. Например, для гидроплотины неточной будет формулировка «не пропускать воду», более точной — «задерживать воду».

Существуют различные классификации функций в ФСА. Наиболее полезной представляется следующая классификация (рис. 3.3).

Признаки классификации	Функции
1. Область определения	внешние                      внутренние
2. Роль в удовлетворении потребностей	(общеобъектные) (внутриобъектные)
3. Роль в обеспечении работоспособности	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <div style="width: 100px; height: 100px; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; margin: 0 auto;"></div> <div style="margin-top: 5px;">главные</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="width: 100px; height: 100px; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; margin: 0 auto;"></div> <div style="margin-top: 5px;">второстепенные</div> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="width: 100px; height: 100px; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; margin: 0 auto;"></div> <div style="margin-top: 5px;">основные</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="width: 100px; height: 100px; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; margin: 0 auto;"></div> <div style="margin-top: 5px;">вспомогательные</div> </div>
4. Степень полезности	полезные    бесполезные    вредные

Рис. 3.3. Классификация функций объекта в процессе ФСА

Внешние функции характеризуют взаимосвязь объекта с внешней средой; внутренние функции связи внутри объекта, его составляющими, обусловленные принципами построения объекта. Главная функция характеризует основное назначение объекта, определяет принцип функционирования и общий конструктивный облик. Основные функции способствуют реализации главной и второстепенных функций, а вспомогательные — реализации основных.

Например, для механизма привода станка:

- главная функция — приводить станок в действие;
- второстепенные — создавать минимум шума, не требовать специального обслуживания;
- основные функции — создать момент вращения, передать момент вращения, преобразовать частоту вращения;

- вспомогательные — уменьшать количество оборотов, держать внутренние детали и т. д.

Формулирование полезной функции объекта целесообразно проводить в определенной последовательности:

1) предложить первоначальную формулировку функции объекта, которая представляется правильной;

2) проверить возможность самостоятельного выполнения объектом сформулированной функции (критерием подтверждения такой возможности является наличие в объекте хотя бы одного элемента, участвующего в выполнении функции);

3) дать уточненную формулировку функции, используя вопросы — зачем выполняется эта функция (если элемент по пункту 2 выявлен); каким образом выполняется эта функция (если такой элемент не выявлен).

Если предварительная формулировка окажется неточной, процедуры по пунктам 2 и 3 повторяются до нахождения уточненной формулировки, которая отразит наличие в анализируемом объекте хотя бы одного элемента, выполняющего эту функцию.

Рассмотрим примеры.

Пример 1. Случай, когда процедура формулирования функций начинается с подсистемы (нить накаливания электрической лампы):

0–1) первоначальная формулировка функции нити накаливания (F1) — «проводить электрический ток»;

0–2) может ли нить накаливания сама проводить ток — да, может;

0–3) зачем проводить ток;

1–1) уточненная формулировка функции F2 — «преобразовать ток (в тепло)»;

1–2) может ли нить сама это сделать;

1–3) зачем;

2–1) F3 — «преобразовать тепло (в свет)»;

2–2) может ли нить сама это сделать;

2–3) зачем;

3–1) F4 — «излучать свет»;

3–2) может ли нить сама это сделать;

3–3) зачем;

4–1) F5 — «освещать помещение». В нити накаливания отсутствует элемент, выполняющий эту функцию. Вывод: уточненная формулировка функции нити накаливания F4 — «излучать свет».

Пример 2. Случай, когда процедура формулирования функции начинается с надсистемы (ледокола, проводящего караван судов):

1–1) F1 — «доставлять груз»;

1–2) ледокол не может сам выполнить эту функцию, ее выполняют суда;

1–3) каким образом доставлять груз;

2–1) F2 — «перемещать суда (сквозь лед)»;

2–2) ледокол не может сам выполнить эту функцию;

2–3) каким образом перемещать суда;

3–1) F3 — «удалять лед (перед судами)»;

3–2) ледокол сам может выполнить эту функцию. Вывод: уточненная формулировка функции ледокола F3 — «удалять лед (перед судами)».

Если при формулировании функции установлено, что одно и то же действие направлено на разные объекты, то следует сформулировать ряд однотипных функций для каждого из этих объектов. Подобная ситуация типична для функций соединения, защиты разных элементов и т. п. Например, предварительно сформулированная функция рамы велосипеда «удерживать детали» при последующем анализе представляется в виде ряда функций: «удерживать (заднее) колесо», «удерживать руль», «удерживать седло», «удерживать насос» и т. д.

Функция — качественный аспект потребительского свойства. Количественное определение функций позволяет сопоставлять одинаковые в качественном отношении потребительские свойства и их совокупности — потребительские стоимости.

Функция — это назначение объекта, его элемента, его способность к действию. При формулировке функции следует ответить на вопросы: что делает, для чего предназначен объект.

В рассматриваемом объекте необходимо определить вид функций, а также найти наиболее проблемную функцию, при изменении или удалении которой исследуемая конструкция будет иметь наиболее оптимальную структуру (сохранение качества при снижении затрат).

Для исследования функций в соответствии с принципами ФСА приходится пользоваться упрощенным представлением объекта анализа, а именно — его моделями, получаемыми с помощью различных методов описания.

Используют структурные, функциональные, функционально-структурные модели.



Структурная модель ориентируется на материальную структуру объекта, может быть представлена в табличной форме (спецификация), графической или матричной форме.

Основой таких моделей является строгая и однозначная соподчиненность материальных элементов, расположение их по уровням иерархии (изделие — сборочные единицы — детали — материальные носители).

Большие возможности дает функциональная модель (ФМ).

ФМ — это логико-графическое изображение состава и взаимосвязей функций изделия, получаемое путем их формулировки и установления порядка подчинения (табл. 3.2). Каждая функция имеет свой индекс, отражающий принадлежность к определенному уровню ФМ, и порядковый номер.

Таблица 3.2

**Функции конструктивных элементов**

Элемент	Функция	Вид функции	Код функции
Манипулятор-мышь компьютерная	Управление компьютером	Главная	F
Корпус	Размещение электроники Прочность Эргономичность	Основная Вспомогательная Вспомогательная	F1 F11 F12
Система приемников (светодатчики)	Позиционирование	Основная	F2
Элемент ориентации (лазер)	Ориентация в плоскостях	Основная	F3
Кнопки	Передача сигналов	Основная	F4
Провод	Передача данных	Основная	F5
Штекер подключения	Подключение к компьютеру	Основная	F6

Функции верхнего уровня должны являться отражением целей для функций нижестоящего уровня. Нижний уровень функции есть средство обеспечения функций вышестоящего этапа. Функции не должны дублировать друг друга.

Наряду с автономным структурным и функциональным описанием изделия, при проведении ФСА требуется их совместное рассмотрение. Для этих целей используется совмещенная функционально-структурная модель (ФСМ). Такие модели полезны для выявления ненужных функций и элементов в изделии.

Построение ФСМ осуществляется путем наложения функциональной модели на структурную. ФСМ может быть представлена в матричной форме (см. табл. 3.2).

Рассмотрим общий вид функциональной и функционально-структурной модели (рис. 3.4).

Количественная оценка связей в функциональной модели производится с помощью определения значимости внутренних функций и реализации внешних, главных и второстепенных. Обычно оценка значимости функций осуществляется экспертными методами последовательно по уровням ФМ, начиная с первого: главных и второстепенных в удовлетворении требований потребителя; основных в реализации главных; вспомогательных в удовлетворении (реализации) функций вышестоящего порядка.

Нормирующим условием при оценке значимости функций, имеющих общую вершину на вышестоящем уровне ФМ, является равенство

$$\sum_{i=1}^k a_i' = 1,$$

где  $a_i'$  — значимость  $i$ -й функции 1-го уровня функциональной модели;  $i$  — число функций 1-го уровня, имеющих общую вершину на вышестоящем уровне,  $i = 1, 2, 3, \dots, k$ .

Для определения значимостей функции ранжируются экспертным путем в соответствии с долей от 1, приходящейся на один ранг, с коррекцией номера ранга; определяется относительная значимость функции. Полученные данные сводят в таблицу.

Пример ФСА по объекту «манипулятор — мышь компьютерная» представлен в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Значимость и затраты функций

Конструктивный элемент	Функция	Значимость функции	Затраты на функцию, руб.
Корпус	F1	<b>0,03</b>	<b>15</b>
Система приемников	F2	<b>0,5</b>	<b>90</b>
Элемент ориентации	F3	<b>0,1</b>	<b>40</b>
Кнопки	F4	<b>0,07</b>	<b>50</b>
Провод	F5	<b>0,1</b>	<b>60</b>
Штекер подключения	F6	<b>0,2</b>	<b>65</b>
Итого		<b>1</b>	<b>320</b>

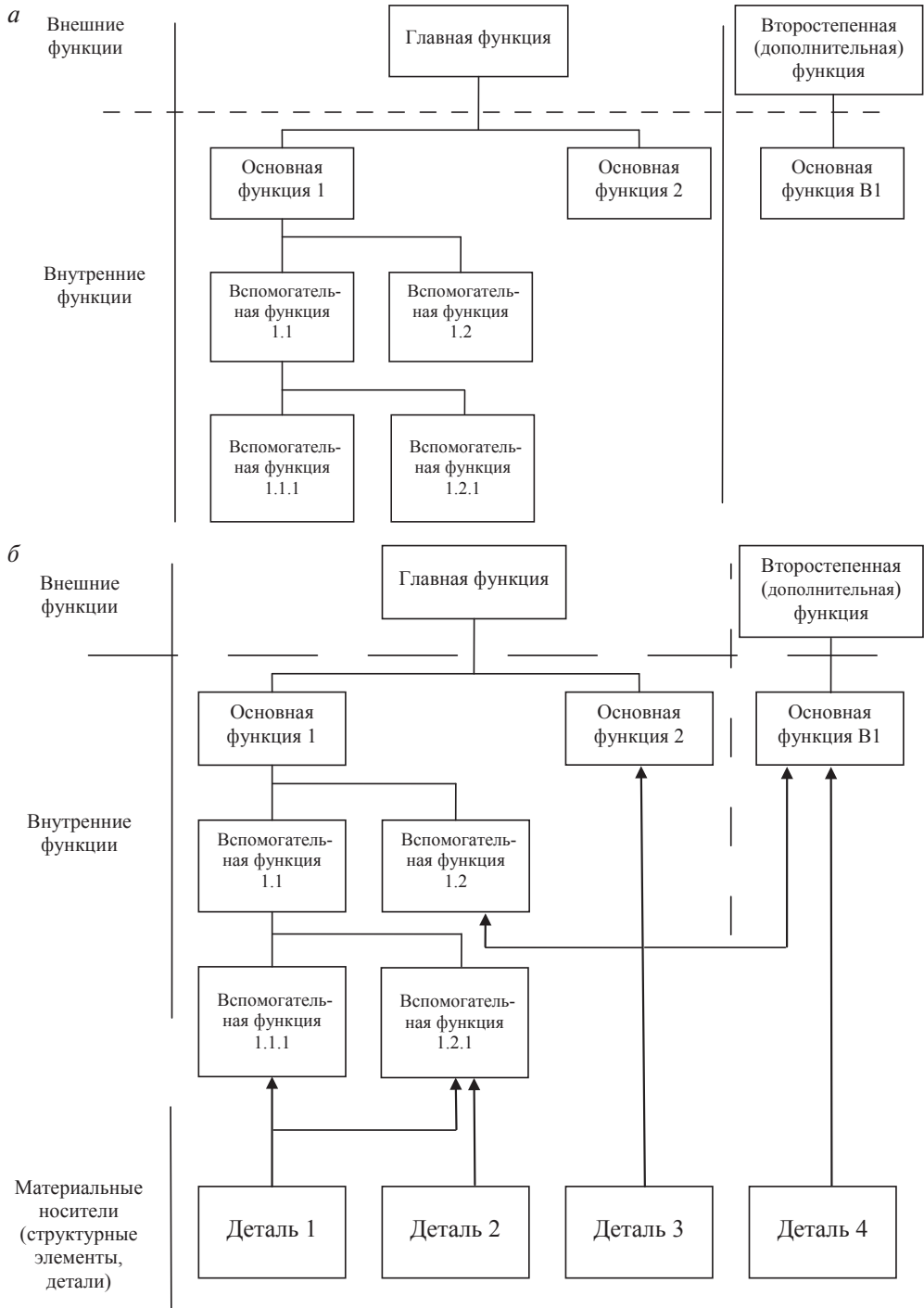


Рис. 3.4. Функциональная (а) и функционально-структурная (б) модель

### **Расчет стоимости функций**

Наиболее сложной проблемой при проведении функционально-стоимостного анализа является расчет стоимости функциональных затрат, который проводится на аналитическом этапе.

Функционально-стоимостный анализ определяется как метод, направленный на оптимизацию соотношения между качеством исполнения заданных функций и затратами на их осуществление.

ФСА базируется на предположении о том, что в каждом объекте, системе сосредоточены как необходимые в соответствии с существующим развитием производства затраты. Эти излишние затраты и являются объектом анализа, изучения, нахождения путей их устранения. Излишние затраты обычно связаны с повышенной не требующейся потребителю функциональностью изделий либо с недостаточно экономичной конструктивно-технологической или организационной реализацией производства [40].

Определение затратных характеристик функций — функциональных затрат — является одним из самых сложных элементов методологии функционально-стоимостного анализа. Проблема осложняется еще тем, что при совмещении функций и их материальных носителей возникают следующие варианты:

- одна деталь (операция) работает на одну функцию;
- одна деталь работает на несколько функций;
- несколько деталей реализуют одну функцию.

В этой связи возникает необходимость определения значимости деталей в реализации внутренних функций рассматриваемого объекта.

Функциональные затраты — это калькуляционные затраты на функцию. На аналитическом этапе используются методы определения функциональных затрат либо на основе экспертных оценок, либо с применением прямого счета.

В отечественной и зарубежной практике существуют два метода определения функциональных затрат:

- 1) определяются материальные и трудовые затраты на функцию;
- 2) определяются материальные, трудовые и накладные затраты на функцию.

Первый метод не учитывает той доли затрат на функцию, которая составляет значительную, до 60 %, часть затрат на предприятиях обрабатывающего комплекса. Определение материальных и трудовых затрат на функцию — сложная, но решаемая задача. Поэлемент-

ное определение технологической себестоимости было осуществлено в проектах ФСА [20; 44].

В итоге при определении функциональных затрат происходит искажение данных. Также необходимо отразить РСЭО на функцию.

В изучаемом объекте необходимо рассчитать технологическую себестоимость функций, соответствующих определенным конструктивным элементам. Она включает следующие прямые затраты:

- сырье и основные материалы;
- покупные изделия;
- полуфабрикаты собственного производства;
- топливо и энергия на технологические нужды;
- основная заработная плата основных производственных рабочих;
- дополнительная заработная плата основных производственных рабочих;
- страховые взносы с основной и дополнительной заработной платы основных производственных рабочих.

В случае, если одному элементу соответствует одна функция, будет произведен расчет технологической себестоимости конструктивного элемента (узла, детали и т. д.).

Для определения накладных затрат можно предложить использование метода высшей и низшей точки объема производства (метод «минимум-максимум»).

В рассматриваемом объекте накладные затраты не подлежат расчету.

При распределении затрат на функцию может возникнуть несколько случаев.

Когда один или группа материальных носителей полностью обеспечивает одну определенную функцию, производственные затраты на нее определяются подетальной себестоимостью (чаще всего прямыми затратами, на создание соответствующих материальных носителей).

Если один и тот же материальный носитель участвует в удовлетворении нескольких функций, то затраты, связанные с ним, распределяются между функциями пропорционально вкладу (степени участия) носителя в реализацию этих функций.

Вклад оценивается чаще всего экспертным путем. Метод расчета себестоимости изделий по удельным показателям — укрупненный метод оценки затрат, основанный на предположении, что себестои-

мость меняется пропорционально изменению параметра, определяющего главную функцию изделия.

Себестоимость проектируемого изделия рассчитывается как произведение удельных затрат, приходящихся на единицу параметра изделия-аналога, и значения этого параметра для нового изделия. Расчеты такого типа можно уточнить путем использования дифференцированных удельных показателей, в первую очередь затрат на материалы и трудоемкости, приходящихся на единицу параметра.

На творческом и исследовательском этапах ФСА прибегают к использованию следующих категорий затрат на функции (долевым, автономным) и к соответствующим им методам оценки.

Долевые затраты — это часть затрат на изделие, отнесенная на данную функцию пропорционально степени удовлетворения выбранному признаку распределения (например, физическому объему носителей в составе изделия).

Сумма долевого затрат на выполнение функций (в совокупности с затратами на образование связей между материальными носителями, реализуемых при операциях сборки и монтажа) составляют общие затраты на изделие.

В практике ФСА применяют следующие методы анализа затрат:

1) метод сопоставления долей по стоимости (себестоимости) и функциональной значимости;

2) исследование факторов снижения затрат.

Поскольку при ФСА рассматриваются конструкторско-технологические решения, постольку анализируют релевантные затраты, т. е. изменяемые под влиянием этих решений. Это в основном переменные, прямые производственные затраты.

Метод 1 реализуется следующим образом:

- оценивают себестоимость у каждой функциональной части одного уровня вхождения;
- определяют долю каждой части в суммарной себестоимости совокупности рассматриваемых частей;
- с помощью экспертов определяют состав критериев для оценки функциональной значимости;
- значения критериев определяют в баллах по определенной шкале;
- сводят оценки по критериям в интегральную оценку функциональной значимости для каждой части;

- определяют долю части в общей сумме баллов по всем рассматриваемым частям.

Критическими признаются те части, у которых наибольшая положительная разность между долями себестоимости и по значимости.

Сопоставление долей по себестоимости и значимости функциональных частей объекта позволяет выявить излишние части конструкции.

Метод исследования факторов снижения затрат исходит из того, что возможность получения экономии определяется не только в соответствии с уровнем затрат, но и с факторами их снижения.

К машинам и оборудованию могут быть применены следующие факторы:

- применение принципиально новых, более эффективных решений;
- устранение завышенных требований к параметрам и характеристикам изделия;
- устранение функционально излишних элементов;
- применение прогрессивных заготовок;
- применение экономичных материалов;
- рационализация конструкции изделия;
- повышение технологичности конструкции;
- повышение коэффициента унификации и стандартизации;
- повышение применяемости деталей;
- применение экономичных комплектующих изделий.

Чтобы активизировать поиск новых решений и установить их влияние на снижение затрат, применяют контрольные (наводящие) вопросы.

### **Пример оценки затрат**

Сопоставление относительной важности функции и затрат на их реализацию позволяет найти функции, затраты на которые существенно превышают их относительную важность. Данные функции называются точками рассогласования (табл. 3.4).

Анализ диспропорций в структуре затрат и относительной важности функций в целом по объекту производится с помощью построения функционально-стоимостной диаграммы (ФСД). Для построения ФСД по оси абсцисс откладывают функции, по оси ординат вверх —

относительную важность функции, вниз — затраты на реализацию функции (рис. 3.5).

Таблица 3.4

**Сопоставление долей по себестоимости и значимости  
функциональных частей мясорубки**

Показатель	Функциональная часть			
	приемная	сжима- ющая	режущая	приводная
Себестоимость, руб.	90	290	370	240
Доля части по себестоимости, %	9,1	29,3	37,4	24,2
Функциональная значимость, баллы:				
по безотказности	30	40	50	20
по легкости вращения	20	50	50	40
среднее значение	25	45	50	30
Доля части по функциональной значимости, %	17	30	33	20
Разность между долями по себестоимости и по функциональной значимости, %	-7,9	-0,7	4,4	4,2

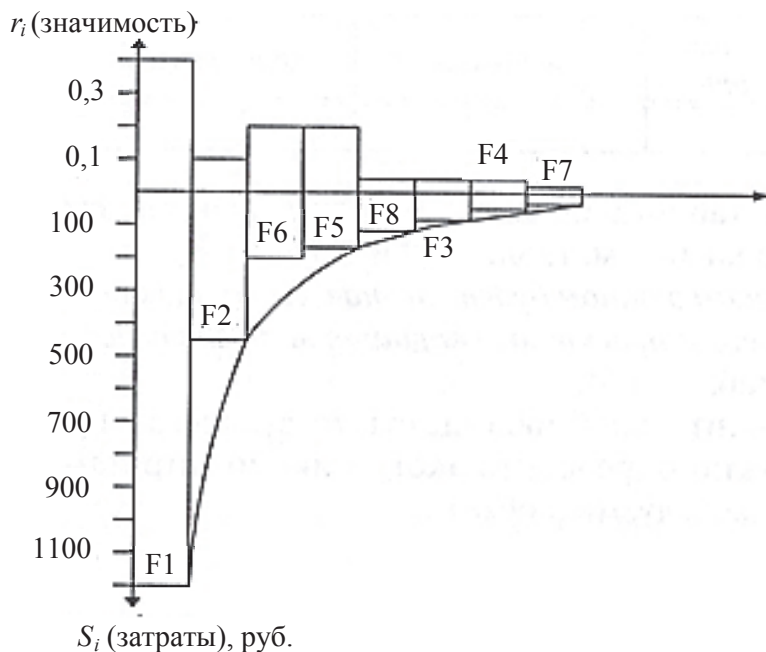


Рис. 3.6. Функционально-стоимостная диаграмма



Анализ диспропорций, выявленных на диаграмме, служит основанием для постановки задачи совершенствования функций рассматриваемого объекта.

Процесс проведения ФСА заканчивается определением показателей эффективности.

Удельная потребительная стоимость определяется по соотношению

$$P = \frac{q}{S},$$

где  $q$  — эксплуатационные характеристики качества объекта, баллы;  $S$  — себестоимость, руб.

Критерием эффективности может быть и изменение себестоимости

$$\Delta S = S_{\text{фн}V}^{\text{сущ}} - S_{\text{фн}V}^{\text{пр}},$$

где  $S_{\text{фн}V}^{\text{сущ}}$  — функционально необходимые затраты на функцию существующего варианта, руб.;  $S_{\text{фн}V}^{\text{пр}}$  — функционально необходимые затраты на функцию проектного варианта, руб.

Обобщающим критерием эффективности является критерий интегрального качества, по которому производится оценка вариантов исполнения функций.

Критерии интегрального качества  $K_{\Sigma Y}$ :

$$\frac{1}{K_{\Sigma Y}} = \frac{S_{\text{фн}V} + E_H K_V}{Q_V} \rightarrow \min,$$

$$K_{\Sigma Y} = \frac{Q_V}{S_{\text{фн}V} + E_H K_V} \rightarrow \max,$$

где  $E_H K_V$  — капитальные затраты, приведенные к году, руб.;  $Q_V$  — комплексный показатель качества, баллы.

Комплексный показатель качества вычисляется следующим образом:

$$Q_V = \sum_{j=1}^g r_j \cdot \delta_{jV},$$

где  $g$  — количество уровней функциональной модели ( $i = 1, 2, \dots, g$ );  $r_j$  — значимость функций;  $\delta_{jV}$  — степень исполнения функций в  $V$ -варианте, баллы.

Для расчета показателей уровня потребительной стоимости и критерия интегрального качества необходимо сопоставить два варианта — существующий и проектный (до и после проведения ФСА).

Цель функционально-стоимостного анализа считается достигнутой при условии снижения функциональных затрат, а следовательно, снижения себестоимости в проектном варианте при повышении качества исследуемого объекта.

## 4. Оценка эффективности новой продукции

---

### 4.1. Критерии экономического выбора

---

**Д**ля технических решений, принимаемых на предприятии, характерны инвестиции долгосрочного плана, что соответствует сроку жизни инвестиционного проекта более года. Срок жизни включает в себя не только инвестиционный период, а также эксплуатационный, когда осуществляется деятельность, ради которой инвестиции вкладывались, и ликвидационный, когда проект завершен и распродаются активы, приобретенные ради проекта. Следовательно, срок жизни проекта включает в себя периоды осуществления всех затрат на проект и получения всех доходов, включая доходы от деятельности и ликвидации. Деньги инвестор вкладывает в самом начале жизни проекта, а поступления средств в результате этих вложений растягиваются на несколько лет.

Как определить, выгодны ли конкретные инвестиции? Рассмотрим следующий пример. Приведем исходные данные для расчетов инвестиционного проекта: 1-й год — инвестиции — 1000 ден. единиц; 2-й год — доходы 500; 3-й год — доход 650.

Инвестиции, осуществленные в первом году, приносят доход в течение двух лет. На первый взгляд, инвестиции эффективны, так как будущие доходы обеспечат возврат вложенных средств и позволят дополнительно заработать 150 денежных единиц. Тем не менее сомнения в правильности такого вывода есть, и прежде всего они связаны со значимостью денежной единицы, полученной на разных шагах инвестиционного периода. Действительно, рубль сегодняшний по своей ценности не равнозначен рублю через год, тем более через два и т. д. Следовательно, мы не имеем право сравнивать суммы денежных средств, полученные в разные годы, вследствие разной цен-

ности денежной единицы. Прежде чем их сравнивать, необходимо их пересчитать в одинаковую ценность, т. е. на один и тот же момент времени.

### **Факторы, определяющие изменение ценности денег во времени**

Рассмотрим ситуацию с точки зрения рядового гражданина: для него изменение ценности денег определяется инфляцией, т. е. если темпы инфляции равны 0, то будущий рубль и рубль сегодняшний равнозначны, или, если годовые темпы инфляции 10 %, рубль в текущем году и рубль 10 копеек, полученные через год, обладают равной ценностью. Таким образом, если гражданин, вложив один рубль, через год получит 1 рубль 11 копеек, его желания будут удовлетворены: он вернул вложенные деньги, сохранил их от обесценивания в связи с инфляцией и еще заработал сверху 1 копейку с рубля (если рублей было вложено несколько — 1 копейку с каждого рубля).

Теперь попробуем рассуждать с точки зрения инвестора. Требования инвестора: не только сохранить деньги от инфляции, деньги должны работать и приносить доход. Причем инвестор не удовлетворится любым уровнем дохода, к этому показателю у него есть свой набор требований. О наборе требований инвестора к доходу на капитал речь пойдет позже, сейчас предположим, что инвестор ограничивается минимальными требованиями — не меньше, чем при вложении денег на депозит надежного банка. Если ставка доходности по депозитам банка составляет 12 % годовых, то, с точки зрения инвестора, рубль, вложенный сегодня, равноценен 1 рублю 12 копейкам, полученным через год. Эти заработанные 12 копеек содержат в себе компенсацию инфляции и некоторую минимальную доходность, которую реально зарабатывает каждый вкладчик банка; при инфляции в 10 % эта минимальная доходность составит всего 2 % годовых.

### **Способы корректировки денежной единицы в целях учета фактора времени**

Рассмотрим два способа корректировки единицы.

Вариант 1, когда известна сумма на текущий момент и ставится задача определить ей соответствующую сумму в будущем. Такой способ расчета называется наращением (используется также термин «компа-

ундирование»). Покажем пример вложения денег в банк на депозит по ставке 10 % годовых.

Будущая сумма зависит от срока, на который деньги вкладываются, при условии, что инвестор не забирает деньги со счета (ни проценты, ни основную сумму). В данном случае наращение будет происходить по схеме сложного процента.

Когда за каждый очередной период начисляется процент на первоначальную базу в сумме с ранее начисленным процентом, тогда такой процент называется сложным (табл. 4.1). Простой же процент — процент за каждый очередной период начисления на первоначальную базу.

Таблица 4.1

Схема начисления сложного процента ( $i = 10\%$ )

Номер периода	Сумма на начало периода (база для начисления процента в текущем периоде)	Расчет величины процента	Сумма на конец периода	
			Расчет	Сумма
1	1	$0,1 \cdot 1$	$1 + 0,1$	1,1
2	1,1	$0,1 \cdot 1,1$	$(1 + 0,1) + 0,1 (1 + 0,1) =$ $= (1 + 0,1) \cdot (1 + 0,1) =$ $= (1 + 0,1)^2$	1,21
3	1,21	$0,1 \cdot 1,21$	$(1 + 0,1)^2 + 0,1 (1 + 0,1)^2 =$ $= (1 + 0,1)^3$	1,331

Следовательно,  $K_{\text{сл.}\%} = (1 + i)^n$ .

Таким образом, если инвестор требует ежегодного роста ценности рубля 10 %, то рубль на сегодня равноценен 1 рублю 21 копейке через два года, 1 рублю 33 копейкам через 3 года.

Для расчета будущей стоимости используется следующая формула расчета:

$$C_{\text{буд}} = C_{\text{тек}} \cdot K_{\text{сл.}\% i},$$

где  $C_{\text{буд}}$  — стоимость денежной единицы на будущий момент времени;  $C_{\text{тек}}$  — стоимость денежной единицы на текущий (настоящий) момент времени;  $K_{\text{сл.}\% i}$  — коэффициент сложного процента, соответствующий периоду пересчета.

Вариант 2, когда известна сумма на будущий момент времени и ставится задача определить ей соответствующую сумму на текущую дату. Данная ситуация является обратной предыдущей. Чтобы определить значение денежной единицы на сегодня, будущая сумма должна быть

понижена, или дисконтирована. Этот способ расчета имеет наименование «дисконтирование». Определить текущую стоимость можно с помощью коэффициента, обратного сложному проценту, который в соответствии со способом расчета называется коэффициентом дисконтирования ( $K_d$ )

$$K_d = \frac{1}{(1 + n)^n},$$

где  $n$  — количество периодов, на которое делается пересчет.

Расчет текущей стоимости осуществляется с использованием формул, приведенных ниже. Для единичной суммы

$$C_{\text{тек}} = C_{\text{буд}} \cdot K_{di},$$

где  $C_{\text{тек}}$  — стоимость денежной единицы на текущий (настоящий) момент времени;  $C_{\text{буд}}$  — стоимость денежной единицы на будущий момент времени;  $K_{di}$  — коэффициент дисконтирования, соответствующий периоду пересчета.

Для потока платежей (поступлений или расходов)

$$C_{\text{тек}} = \Sigma (C_{\text{буд } i} \cdot K_{di}).$$

Вернемся к примеру, приведенному в начале главы (с. 65), и проверим с помощью дисконтирования, целесообразно ли вкладывать деньги в такой инвестиционный проект. Задача заключается в определении текущей (на год осуществления инвестиций) стоимости ожидаемых в будущем доходов и сопоставлении полученного значения с инвестиционными затратами. Будем исходить из ранее сделанного предположения, что инфляция составляет 10 % в год, ставка по банковским депозитам — 12 % годовых (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Расчет текущей стоимости будущих доходов, ден. единиц ( $i = 12\%$ )

Показатели	1-й год	2-й год	3-й год
Инвестиции и доходы	–1000	500	650
Коэффициент дисконтирования ( $i = 12\%$ )	1	0,893	0,797
Инвестиции и доходы с учетом дисконтирования (фактора времени)	–1000	446,5	518,1
		964,6	

Таким образом, с учетом фактора времени, иначе говоря, при приведении всех денежных единиц на один момент времени, в качестве которого выбран год осуществления инвестиций, получаем, что инвестиционные затраты (1000) превышают ожидаемые доходы (964,6), т. е. инвестор не сможет обеспечить себе заданную норму доходности, хотя и вернет вложенную сумму. Следовательно, инвестиции нецелесообразны.

### Норма доходности и способы ее определения

Норма доходности — это ставка дохода на вложенный инвестором капитал, который он рассчитывает получить в среднем за весь инвестиционный период. В расчетах норма доходности  $H_d$  используется в составе ранее рассмотренного коэффициента дисконтирования и выше обозначалась как  $i$  — ставка процента:

$$K_d = \frac{1}{(1 + H_d)^n},$$

где  $H_d$  — норма доходности.

Исходя из определения норма доходности соответствует общему результату доходности для собственника с учетом всех обстоятельств получения будущих доходов от владения инвестиционным активом: и годовых, и от перепродажи. Разумеется, что при такой трактовке показателя его нельзя приравнять по смыслу к текущей отдаче, которая характеризует кратковременную доходность, а конечной отдаче он соответствует полностью. По смыслу норма доходности соответствует понятию «конечная отдача». Разница в этих показателях есть, она связана с практикой их использования: норма доходности используется в качестве нормативного или планового показателя, а также в расчетах в качестве барьерной ставки (ставки дисконтирования) по определению текущей стоимости будущих доходов и затрат; конечная отдача характеризует доходность проекта в целом.

Соотношение используемых для характеристики инвестиций показателей схематично представлено на рис. 4.1. Важно отметить, что эти показатели отражают инвестиционные ожидания потенциального собственника и помогают понять природу эффективности инвестиций. Набор показателей, используемых в качестве критериев эффек-

тивности инвестиционных проектов, на практике несколько другой, он закреплён в Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов [28]. Норма доходности используется для расчёта чистого дисконтированного дохода, конечная отдача соответствует показателю «внутренняя норма доходности».



Рис. 4.1. Соотношение показателей, характеризующих инвестиционные ожидания инвестора

Поскольку норма доходности сформулирована в качестве планового или нормативного показателя, отражающего требования по доходности к вкладываемому капиталу, значение правильного определения величины нормы доходности очень велико: чем выше требования по доходности, тем ниже текущая стоимость будущих доходов (см. табл. 4.2 и 4.3). Решение об эффективности инвестиций и целесообразности вложения средств в инвестиционный проект инвестор принимает на основе сравнения величины инвестиционных за-



трат и текущей стоимости доходов, следовательно, если текущая стоимость определена неверно, завышена или занижена, то может быть принято неправильное решение.

Мы рассмотрим два варианта определения нормы доходности, позволяющих понять содержание и логику показателя.

Способ 1 основан на простой логике — если аналогичные инвестиционные активы обеспечивают своим собственникам известную ставку дохода на капитал, то и к оцениваемым инвестициям следует предъявить такие же требования по доходности. Что именно кроется под наименованием «аналогичные», зависит от каждой конкретной ситуации; как правило, в состав критериев для отнесения к группе «аналогичные» включают: вид деятельности, срок инвестирования, риски неполучения доходов.

Способ 2 — способ суммирования. Норма доходности может быть определена как совокупность требований инвестора к доходу на инвестируемый им капитал. В таком случае суть способа суммирования состоит в суммировании тех требований, которые предъявляет инвестор.

Каковы же эти требования?

Требование 1. Будем исходить из предположения, что инвестор рассматривает все доступные варианты вложения средств. Разумеется, инвестор не инвестирует деньги в проект, приносящий низкий процент, если имеются варианты с более высокой ставкой дохода и меньшим риском инвестирования. Поэтому за базу принимается так называемая безрисковая доходность, в качестве которой рассматривается либо доходность по депозитам банков наивысшей категории надежности, либо доходность по государственным ценным бумагам. Предполагается, что инвестор, вкладывающий свой капитал в такие активы, гарантированно и в оговоренные сроки вернет вложенный капитал и получит проценты дохода на капитал. Поскольку в данном случае предполагается, что рисков нет никаких, ставка дохода на капитал соответствует минимально возможной ставке.

Требование 2. Никакие реальные инвестиции не могут быть безрисковыми. Инвестор рискует не получить прогнозируемые доходы по самым разным причинам: физическая утрата актива, изменения в политической, экономической, экологической ситуации, ненадежность участника проекта. Инвестор может рискнуть, но только в том случае, если планируемая норма доходности достаточно высока, чтобы скомпенсировать риск неполучения доходов. Таким образом по-

является дополнительное требование инвестора, включаемое в состав нормы доходности, — поправка, учитывающая риск вложений в данный вид инвестиций. Очевидно, что разные инвестиции отличаются по степени риска, поэтому и размер этой поправки, и итоговая норма доходности могут весьма различаться в зависимости от вида инвестиций.

В практике расчета нормы доходности одна из самых больших проблем — определение величины поправки на риск. Нормативный документ, оговаривающий правила определения нормы доходности в целом и поправки на рисковую составляющую в частности, — «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» [28] (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 N ВК 477). В соответствии с этим документом поправка на риск должна включать следующие элементы:

- страновой риск;
- риск ненадежности участников проекта;
- риск неполучения предусмотренных проектом доходов.

Схематично состав нормы доходности в зависимости от содержания способа суммирования отражен на рис. 4.2.

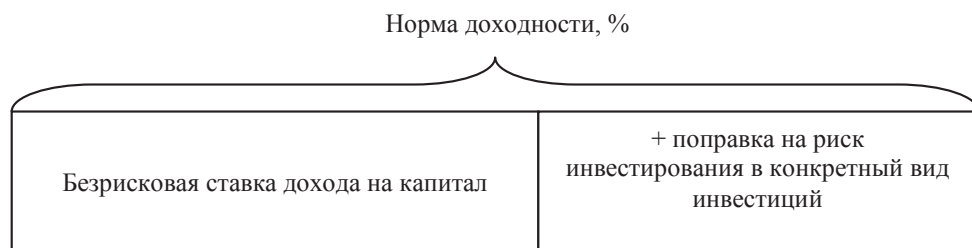


Рис. 4.2. Схема определения нормы доходности  
в соответствии с требованиями инвестора

## 4.2. Методы оценки экономической эффективности капитальных вложений

В методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов используются международные правила оценки инвестиций и им соответствующие показатели, что позволяет общаться

на одном языке собственникам, аналитикам и инвесторам разных стран, принимающих решения по эффективности инвестиций в рамках одного и того же инвестиционного проекта. Показатели, являющиеся критериями принятия инвестиционных решений, в общем случае предполагают учет всех элементов затрат и доходов, формирующих итоговые положительные (или отрицательные) эффекты проекта. Данная Методика позволяет оценить эффективность как отдельного проекта, отвечая на вопрос, целесообразно ли инвестору вкладывать средства в этот проект, так и альтернативных проектов, предоставляя инвестору информацию о том, который из рассматриваемых проектов выгоднее.

В случае рассмотрения альтернативных проектов возможны две ситуации.

Ситуация 1. Инвестор принимает решения по двум (или нескольким) несвязанным проектам, которые будут реализовываться для разных видов деятельности, в условиях разных предприятий или для производства разных продуктов. В этом случае каждый из рассматриваемых проектов должен быть оценен по полному алгоритму аналогично случаю, когда рассматривается единственный проект. Инвестор будет принимать решение, руководствуясь результатами расчетов по типовым показателям эффективности проекта, сравнивая их значения и дополнительные условия и характеристики проектов.

Ситуация 2. Сравняются несколько локальных мероприятий, которые не приводят к существенным изменениям выпускаемого предприятием продукта. Эффект, который будет получен предприятием, главным образом складывается из экономии на себестоимости производства и реализации продукта. В этом случае использование Методики оценки эффективности инвестиционных проектов в полном масштабе не оправдано из-за излишней подробности и трудоемкости расчетов. Поэтому целесообразно применить показатели Методики определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений, последняя редакция которых была утверждена в 1977 году [27]. Эта Методика юридически не утратила силу, но требует некоторых корректировок для соответствия современным представлениям оценки эффективности капитальных вложений. Методика сравнительной эффективности не противоречит Методике оценки эффективности инвестиционных проектов и может рассматриваться как ее частный случай.

Методика сравнительной эффективности может применяться на этапе технико-экономического обоснования крупного проекта, когда перед формированием окончательного состава капитальных вложений принимаются инженерные решения по выбору наиболее выгодных конструкций, оборудования, материалов при наличии нескольких вариантов.

Сравнительная характеристика методик оценки эффективности капитальных вложений дана в табл. 4.3. Взаимосвязь методик и области их применения представлены на рис. 4.3.

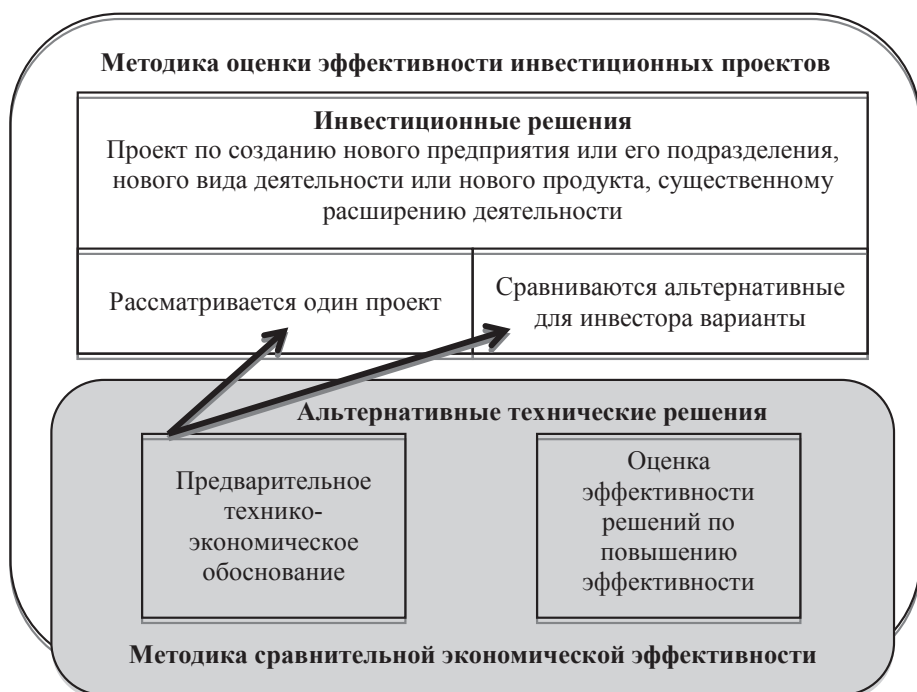


Рис. 4.3. Области принятия решений сравниваемых методик

Методика сравнительной экономической эффективности используется для оценки технических решений, которые являются альтернативными для обеспечения одинаковых конечных результатов деятельности, т. е. конечные результаты (производство конкретной продукции с определенными характеристиками в заданном объеме) уже известны, есть необходимость определить, какой способ ее изготовления на том или ином этапе деятельности предприятия является более выгодным. Логика выбора ключевого показателя для принятия решений в таких ситуациях представлена на рис. 4.3.

Таблица 4.3

**Сравнительная характеристика методик оценки эффективности капитальных вложений (инвестиций)**

Критерии сравнения	Методика сравнительной экономической эффективности капитальных вложений и новой техники	Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов
Историческая справка	Используется в России (ранее СССР) многие годы, ранее для всех расчетов по оценке эффективности капитальных вложений и проектов, связанных с ними	Утверждена (впервые) в 1994 году, разработана в связи с необходимостью выполнять оценку в соответствии с международными требованиями
Эффективность	Эффективность мероприятия определяется при сравнении нескольких альтернативных вариантов. Основной выигрыш — экономия на текущих затратах (себестоимости), что при корректных расчетах соответствует дополнительной прибыли в случае выбора наиболее целесообразного варианта. Капитальные вложения окупаются за счет снижения себестоимости	Эффект определяется на основании сопоставления полученных результатов (выручка и пр.) с необходимыми для их получения затратами с учетом заданных требований по доходности вложенных средств. Ключевой показатель — прибыль, которая окупает инвестиционные затраты
Области применения	Используется для мероприятий, не требующих значительных капиталовложений и, следовательно, не приводящих к большим срокам окупаемости. Как правило, это проекты на уровне предприятия и его подразделений, предполагающие замену прежнего варианта технологического процесса, используемого оборудования, конструкции на новый. Часто применяется для предварительной оценки эффективности инвестиций, чтобы выбрать один вариант из возможных. Далее выбранный вариант просчитывается по Методике оценки эффективности инвестиционных проектов	Самостоятельные проекты, не имеющие аналогов, как правило, требующие значительных капитальных вложений. А также проекты по организации новых предприятий, новых видов деятельности

Окончание табл. 4.3

Критерии сравнения	Методика сравнительной экономической эффективности капитальных вложений и новой техники	Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов
Тип показателей, используемых для оценки	<p>Во многих случаях: статические — не учитывают фактор времени (как правило), что оправдано следующими особенностями расчета:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>условно-годовая экономия определяется сравнением текущих затрат, осуществляемых в одном и том же году;</li> <li>капитальные вложения мало растянуты во времени, окупаются в сроки, когда изменением ценности денежной единицы можно пренебречь.</li> </ul> <p>При больших сроках окупаемости необходим учет фактора времени</p>	<p>Динамические — учитывают разную значимость (ценность) денежной единицы, полученной (вложенной) в разные годы инвестиционного проекта. Прежде чем сравнивать доходы и расходы, все суммы, соответствующие разным периодам горизонта расчета, приводятся к одному моменту времени, начальному (первому году) инвестиционного проекта</p>

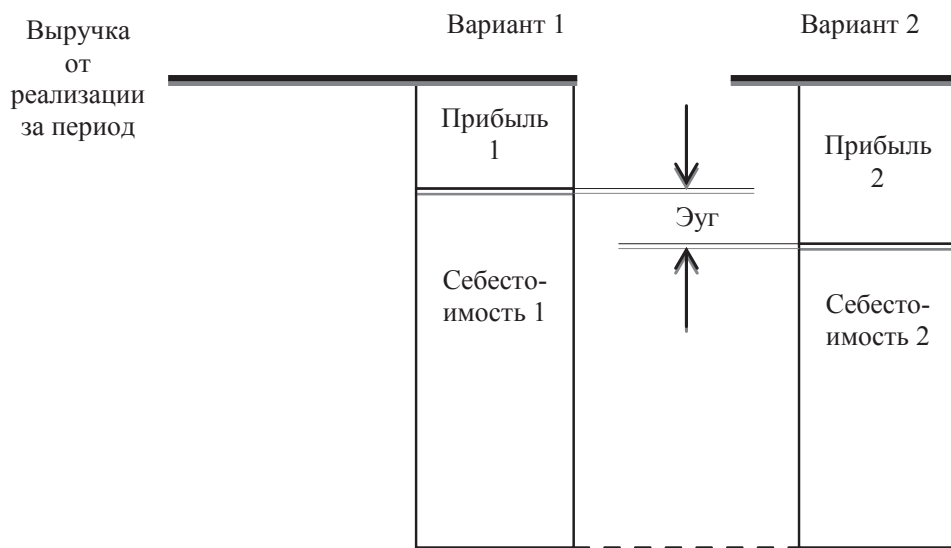


Рис. 4.4. Схема выбора наиболее целесообразного варианта по показателю экономии затрат

Рис. 4.4 показывает, что при одинаковых конечных результатах экономии по себестоимости ( $\mathcal{E}_{\text{уг}}$  — условно-годовая экономия) равноценна дополнительной прибыли, получаемой при выборе оптимального с точки зрения затрат варианта. Расчеты, выполняемые на основе экономии на затратах, имеют существенное преимущество — сниже-

ние трудоемкости благодаря снижению количества исходных данных и объемов расчетов. В этом случае нет необходимости использовать цены на продукцию и рассчитывать выручку от реализации, нет необходимости включать в расчеты виды затрат, которые остаются одинаковыми по сравниваемым вариантам, так как при расчете экономии (разность затрат по вариантам) они не влияют на результат.

Таким образом, можно сделать вывод, что при оценке экономической эффективности технических решений целесообразно выполнять расчеты, опираясь на показатель экономии затрат. Именно такие методы лежат в основе Методики (основных положений) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений [27]. Подход к оценке эффективности на основе экономии на затратах можно рассматривать как частный случай официально используемой в настоящее время методики оценки эффективности инвестиционных проектов.

Методы оценки сравнительной эффективности, рассмотренные в данном пособии для целей экономической оценки технических решений, основаны на принципах и наименованиях показателей вышеуказанной методики, опыте и рекомендациях ее применения в течение длительного периода [34]. Способы расчетов откорректированы для обеспечения соответствия современным подходам к оценке инвестиций и логике утвержденной методики оценки эффективности инвестиционных проектов.

### **Показатели сравнительной экономической эффективности**

Среди показателей сравнительной экономической эффективности выделяются следующие.

Себестоимость ( $C$ ) рассчитывается, в отличие от принятого порядка расчета себестоимости, только по тем видам затрат, которые различаются по рассматриваемым вариантам, расчет ведется или сразу в годовом исчислении, или сначала на единицу продукции, а затем полученный итог себестоимости в расчете на единицу умножается на заданную годовую программу выпуска продукции.

Условно-годовая экономия ( $\mathcal{E}_{\text{yr}}$ ) показывает, сколько мы сэкономим на текущих затратах (себестоимости) в год, если предпочтем вариант с меньшей себестоимостью.

Капитальные вложения (единовременные затраты, реальные инвестиции) ( $K$ ) — те, которые необходимы для осуществления рассматриваемого варианта.

У дополнительных капитальных вложений ( $K_{\text{доп}}$ ) целесообразно различать две возможные ситуации:

- когда сравниваются между собой только новые варианты, тогда  $K_{\text{доп}}$  определяется как разность капитальных вложений, необходимых для каждого из предлагаемых вариантов,

$$K_{\text{доп}} = K_1 - K_2;$$

- если в качестве одного из вариантов рассматривается тот, который используется в настоящее время (базовый вариант), то для него в расчет капитальных вложений включаются только те затраты, которые необходимо произвести для обеспечения результатов и условий, соответствующих возможностям альтернативного варианта. Если базовый вариант сопоставим с внедряемым по всем существенным факторам (объем производства, условия труда, качественные параметры продукции), то  $K_6 = 0$ .

В качестве критериев для принятия решения об инвестировании используются следующие.

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ( $T_{\text{ок}}$ )

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\Theta_{\text{уг}}}.$$

Расчетный  $T_{\text{ок}}$  сравнивается с нормативным сроком окупаемости  $T_{\text{н}}$ , который определяется по усмотрению инвестора или руководства предприятия, в частности, зависит от масштабности инвестиций.

Приведенные затраты по вариантам ( $З_{\text{пр}}$ ) — текущие и единовременные затраты, которые приведены к одному году,

$$З_{\text{пр}} = C + E_{\text{н}} \cdot K,$$

где  $E_{\text{н}}$  — нормативный коэффициент эффективности, показывает, какая часть капитальных вложений должна окупаться за один год, следовательно,  $E_{\text{н}} = 1/T_{\text{н}}$ ; если  $T_{\text{н}} = 2$  г., то  $E_{\text{н}} = 0,5$ .

Для внедрения выбирается вариант с минимальным значением  $З_{\text{пр}}$ .

Годовой экономический эффект ( $\Theta_{\text{г}}$ ) рассчитывается для определения величины преимущества наилучшего варианта в сравнении с аль-



тернативным вариантом по всем видам затрат (как текущего, так и единовременного характера):

$$\Theta_r = Z_{\text{пр1}} - Z_{\text{пр2}} = \underbrace{(C_1 - C_2)}_{\Theta_{\text{уг}}} + E_n \cdot \underbrace{(K_1 - K_2)}_{K_{\text{доп}}},$$

где  $C_1$  и  $C_2$  — годовая себестоимость по вариантам.

Алгоритм принятия решения с использованием показателей сравнительной эффективности приведен на рис. 4.5.

### Текущие затраты по вариантам (себестоимость)

Затраты, учитываемые в составе себестоимости, — периодические затраты, которые возобновляются в каждом последующем периоде. Поскольку Методика сравнительной экономической эффективности ставит своей задачей показать экономическое преимущество одного из сравниваемых вариантов перед другим, есть возможность упростить расчет, не рассматривая затраты, которые имеют одинаковое значение в одном и другом варианте (при расчете условно-годовой экономии или годового экономического эффекта такие затраты сокращаются).

Для определения перечня затрат, которые следует рассматривать в расчетах, лучше руководствоваться статьями калькуляции: сырье и основные материалы (за минусом возвратных отходов); покупные изделия; полуфабрикаты собственного производства; топливо и энергия на технологические нужды; износ спецоснастки; основная заработная плата основных производственных рабочих; дополнительная заработная плата основных производственных рабочих; отчисления с основной и дополнительной зарплаты основных рабочих; РСЭО (расходы на содержание и эксплуатацию оборудования), которые включают амортизацию оборудования и транспортных средств.

В амортизацию оборудования входит энергия для производственных целей; вспомогательные материалы; затраты на ремонт оборудования; инструмент и оснастка; основная и дополнительная зарплата рабочих, обслуживающих оборудование и ЕСН; затраты на внутренний транспорт.

Кроме того, при определении затрат учитываются цеховые расходы в составе амортизации зданий и сооружений цеха — энергии для хозяйственных целей; расходных материалов, инвентаря, затрат на ремонт зданий и сооружений цеха, основной и дополнительной заработной

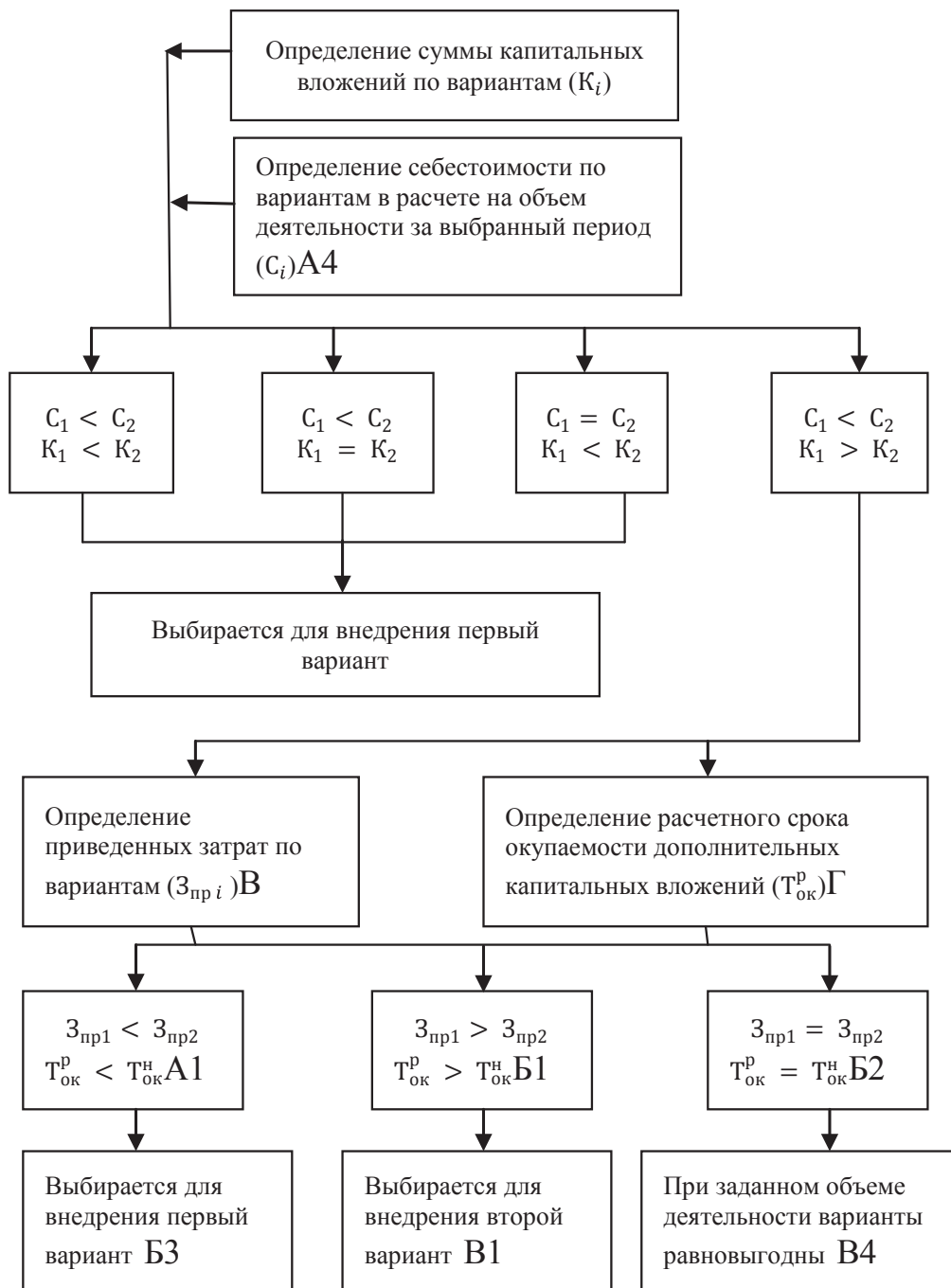


Рис. 4.5. Алгоритм принятия решения по выбору экономически целесообразного варианта по показателям сравнительной эффективности

платы цехового персонала, ЕСН, охраны, прочих расходов; общехозяйственные расходы, которые аналогичны затратам в составе цеховых, к ним дополнительно: затраты на обучение персонала, арендная плата, банковское обслуживание, проценты по кредитам, командировочные расходы, прочие расходы; коммерческие расходы в составе: представительские расходы; расходы на рекламу, складские расходы, транспортные расходы по доставке продукции, комиссионные вознаграждения, прочие расходы.

В расчеты не рекомендуется включать расчеты амортизационных отчислений. Амортизация не вызывает оттока денежных средств, она предусматривает учет в составе себестоимости ранее осуществленных капитальных вложений. Поскольку капитальные вложения непосредственно участвуют в расчетах итоговых показателей, по которым принимаются решения, включение амортизации приводит к «двойному счету».

Косвенные затраты (РСЭО, цеховые и общезаводские расходы) должны быть скорректированы прямым расчетом по изменяющимся статьям, их пересчет пропорционально снижению заработной платы не допускается.

Деление затрат на переменные и постоянные с расчетом переменных затрат на единицу продукции целесообразно, если предусматривается построение графика границ целесообразности внедрения вариантов (график зависимости приведенных затрат от объема деятельности).

### **Капитальные вложения**

Капитальные вложения — затраты единовременного характера, которые необходимо произвести для внедрения каждого из вариантов.

Если рассматриваются новые варианты, расчет ведется по каждому варианту с учетом всех требуемых затрат. Если один из сравниваемых вариантов уже применяется организацией, возможно две ситуации для определения величины капитальных затрат по этому базовому варианту.

Ситуация 1. Базовый вариант не требует никаких корректировок для обеспечения сопоставимости — он обеспечивает те же результаты и условия труда, что и проектируемый вариант. В этом случае не требуется приобретать никакие производственные активы или осуществлять другие затраты единовременного характера, что соответствует базовым капитальным вложениям, равным нулю.

Ситуация 2. Базовый вариант требует корректировок для обеспечения сопоставимости — приобрести дополнительное оборудование, чтобы объем производства или качество продукции соответствовали проектируемому варианту или чтобы пополнить оборотный капитал. В таком случае капитальные вложения базового варианта принимаются на уровне этих дополнительных затрат.

В некоторых случаях отказ от базового варианта в пользу проектируемого приводит к высвобождению средств (продажа излишнего оборудования, высвобождение оборотного капитала), тогда капитальные вложения проектируемого варианта могут быть снижены на сумму высвобождаемых средств ( $K_{пр} - K_{в}$ ).

Затраты, которые традиционно предусматриваются в составе капитальных вложений:

- научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (для разработки данного мероприятия);
- основные фонды (оборудование, производственные и другие помещения);
- нематериальные активы;
- материально-производственные запасы (оборотный капитал);
- подготовка и повышение квалификации кадров (для реализации данного мероприятия).

Для определения нормативного срока окупаемости ориентирами могут служить:

- нормативный срок службы внедряемого оборудования;
- ожидаемый срок производства новой продукции, для обеспечения которого внедряются мероприятия;
- интересы собственника (инвестора), принимающего решения о финансировании рассматриваемых мероприятий.

### **Определение границ целесообразности внедрения сравниваемых вариантов**

Расчеты в соответствии с Методикой сравнительной экономической эффективности производятся для конкретного значения перспективного объема деятельности организации. Но все предприятия функционируют в условиях неопределенности то в большей, то в меньшей степени. Поэтому объемы производства в будущем могут колебаться в некотором диапазоне значений. Известно, что результаты расчета и, следовательно,

но, принимаемое решение в пользу одного из вариантов зависят от объема деятельности. Это решение может поменяться на противоположное при некотором изменении объема производства. Чтобы быть уверенным, что один из сравниваемых вариантов является экономически более выгодным на протяжении всего планируемого диапазона значений объема деятельности, следует определить критический объем деятельности, при котором рассматриваемые варианты равновыгодны (приведенные затраты равны). При всех объемах деятельности меньше этого критического объема выгоднее будет один вариант, а при больших значениях — выгоднее будет другой вариант. Когда ожидаемый диапазон объема производства полностью попадает в одну из получившихся зон, тогда можно быть уверенным в выборе одного из вариантов. Критический объем деятельности соответствует точке, в которой приведенные затраты по вариантам равны. На основе этого равенства выводится формула для расчета критического объема деятельности

$$N_{\text{кр}} = \frac{(C_{\text{пост}}^2 - C_{\text{пост}}^1) + E_n (K^2 - K^1)}{C_{\text{пер.ед}}^1 - C_{\text{пер.ед}}^2},$$

где  $C_{\text{пост}}$  — постоянные расходы на объем выпуска;  $C_{\text{пер.ед}}$  — переменные расходы на единицу продукции.

Границы целесообразности выбора одного из вариантов можно показать на графике зависимости приведенных затрат от объема деятельности (рис. 4.6).

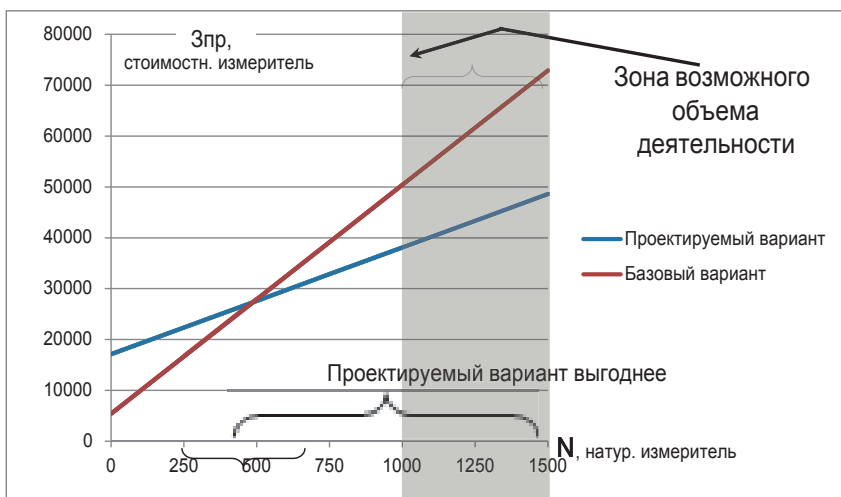


Рис. 4.6. Границы целесообразности сравниваемых вариантов

### **Обеспечение сопоставимости рассматриваемых вариантов**

Под сопоставимостью рассматриваемых вариантов понимается то, что каждый из них должен обеспечивать одинаковый результат деятельности и одинаковые условия выполнения работы. Если один из вариантов обеспечивает достижение лучших характеристик, а затраты по второму не скорректированы на дополнительные затраты для получения сопоставимого результата, то принятое решение на основе минимума затрат нельзя считать правильным.

Основные факторы, по которым следует контролировать, соблюдены ли сопоставимость сравниваемых вариантов, следующие:

- объем деятельности;
- уровень качества продукции, который может выражаться либо в изменении количества брака, либо в количестве доводочных работ по сравниваемым вариантам;
- срок службы средств труда либо выпускаемой продукции;
- условия труда;
- экологические последствия;
- фактор времени (имеет значение в случае продолжительных сроков окупаемости капитальных вложений, при разных сроках службы используемой или производимой техники).

Примеры ситуаций, когда следует использовать в расчетах дополнительные корректировки для обеспечения сопоставимости, приведены ниже.

1. Рассматривается вариант внедрения вместо базового морально устаревшего оборудования нового более производительного. Расчеты по базовому и проектируемому вариантам выполняются на планируемый объем деятельности.

А. Планируется увеличение объемов деятельности соответственно возможностям нового оборудования. Базовый вариант пересчитывается на новый объем работ, что может привести к увеличению потребности в оборудовании и других капиталовложениях. Годовая себестоимость также не должна браться в размере, соответствующем базовому году при прежнем объеме производства, а должна пересчитываться с учетом изменений в количестве используемых ресурсов (оборудование, персонал и т. п.).

Б. Изменений в объемах деятельности в перспективе не планируется. Выполняются расчеты для проектируемого варианта. Показате-

ли базового варианта могут быть использованы «как есть», так как он обеспечивает имеющиеся требования по объему производства. Капитальные вложения по базовому варианту не требуются, если остаточный срок использования оборудования соответствует потребностям предприятия для выпуска продукции или меньше заданного нормативного срока окупаемости.

В. Изменений в объемах деятельности в перспективе не планируется, но оборудование базового варианта изношено не только физически, но и морально — необходима его замена. Капитальные вложения по базовому варианту рассчитываются и используются при расчете итоговых показателей соответственно требуемому количеству.

2. Модернизацией оборудования обеспечивается снижение процента брака.

А. Брак устранимый. При расчете себестоимости в обоих вариантах учитываются не только затраты на изготовление продукции, но и затраты на устранение брака. В базовом варианте брака больше, поэтому он требует больше затрат на устранение брака при одинаковом объеме производства продукции.

Б. Брак неустранимый. В составе себестоимости по каждому из вариантов должны быть учтены потери от списания неустранимого брака. Эти потери могут быть определены по себестоимости незавершенного производства после той операции, на которой допускается брак. Эти потери могут быть снижены, если бракованное изделие может быть реализовано по цене отходов (например, металлолома).

3. Модернизация обеспечивает больший срок службы модернизируемого средства производства. Рассматриваемые варианты могут считаться сопоставимыми, если они обеспечивают одинаковый срок службы. Поэтому в базовом варианте будет необходимо приобрести дополнительное оборудование, чтобы обеспечить выполнение работ до истечения срока службы, доступного для проектируемого варианта. Количество дополнительного оборудования определяется соответственно приросту срока службы. В расчетах к капитальным вложениям используется коэффициент приведения

$$K_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{после М}}}{T_{\text{до М}}}.$$

Капитальные вложения по базовому варианту корректируются на полученный коэффициент.

4. Модернизация приводит к увеличению ресурса оборудования (срока работы) до капитального ремонта. Сопоставимость обеспечивается на этапе расчета себестоимости. В ее составе предусматривается годовой резерв на капитальный ремонт. В варианте после модернизации срок до капитального ремонта больше, поэтому при одинаковых затратах на капитальный ремонт сумма резерва уменьшается, что обеспечивает преимущество проектируемого варианта по данному виду затрат.

$$P_{кр} = \frac{Z_{кр}}{T_{кр}} \cdot O_{год},$$

где  $P_{кр}$  — резерв на капитальный ремонт, руб.;  $Z_{кр}$  — затраты на капитальный ремонт, руб.;  $T_{кр}$  — ресурс до капитального ремонта, ч;  $O_{год}$  — годовой объем работ, ч.

Рассмотрим простой пример расчетов и обоснования выбора наиболее эффективного варианта по Методике сравнительной эффективности на условных цифрах. Далее приведены примеры подробных расчетов для принятия технических решений в различных ситуациях.

Сравниваются два варианта оснащения процесса механической обработки детали. Выбрать экономически целесообразный вариант.

Рассчитаем показатели эффективности для разных объемов деятельности: годовой выпуск продукции ( $N_r$ ) — 700 шт. и 1000 шт.

Необходимые исходные данные приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Исходные данные по вариантам

Наименование показателя	Вариант 1	Вариант 2
Капитальные вложения по вариантам (К)	27 000	24 000
Условно-переменные расходы на 1 деталь ( $C_{пер}^{ед}$ )	21	25
Условно-постоянные расходы на годовой объем производства ( $C_{пост}$ )	8100	5400

Нормативный (требуемый) срок окупаемости ( $T_{ок}$ ) — 3 года.

Решение.

Сначала делаем расчет для годового объема деятельности 700 шт.

Рассчитаем себестоимость по вариантам на годовой выпуск:

$$C_1 = C_{пер}^{ед} \cdot N_r + C_{пост} = 21 \cdot 700 + 8100 = 22800;$$



$$C_2 = C_{\text{пер}}^{\text{ед}} \cdot N_{\text{г}} + C_{\text{пост}} = 25 \cdot 700 + 5400 = 22900.$$

Условно-годовая экономия составит

$$\Theta_{\text{уг}} = C_1 - C_2 = 22800 - 22900 = -100.$$

Смысл показателя: при внедрении первого варианта преимущество по себестоимости составит 100 денежных единиц.

Капитальные вложения по вариантам приведены в исходных данных. Дополнительные капитальные вложения (показывают, насколько один из вариантов дороже другого по затратам единовременного характера) составят

$$K_{\text{доп}} = K_1 - K_2 = 3000.$$

Смысл показателя: при внедрении первого варианта, требующего меньших текущих затрат (себестоимости), потребуется капитальных вложений больше на 3 000 денежных единиц.

Далее следует рассчитать показатели, являющиеся критериями для принятия решения.

Расчетный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{\text{ок}}^{\text{р}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\Theta_{\text{уг}}} = \frac{3000}{100} = 30 \text{ лет} > T_{\text{ок}}^{\text{н}} = 3 \text{ г.}$$

Полученный результат говорит о том, что на окупаемость дополнительных капитальных вложений, требуемых первым вариантом, уйдет слишком много времени (более требуемого срока).

Приведенные затраты рассчитываются по рассматриваемым вариантам:

$$З_{\text{пр}}^1 = C_1 + E_{\text{н}} \cdot K_1 = 22800 + \frac{1}{3} \cdot 27000 = 31800;$$

$$З_{\text{пр}}^2 = C_2 + E_{\text{н}} \cdot K_2 = 22900 + \frac{1}{3} \cdot 24000 = 30900.$$

Решение принимается по минимуму приведенных затрат — выгоднее тот вариант, который требует меньше совокупных (как текущего, так и единовременного характера) затрат,

$$З_{\text{пр}}^1 > З_{\text{пр}}^2.$$

Следовательно, эффективнее вариант 2.

Годовой экономический эффект показывает преимущество рекомендуемого для внедрения варианта по приведенным затратам, т.е. по всем затратам и текущего, и единовременного характера.

$$\Theta_{\Gamma} = Z_{\text{пр}}^1 - Z_{\text{пр}}^2 = 31800 - 30900 = 900.$$

Изменим исходные данные по годовому объему производства с 700 шт. на 1000 шт. Посмотрим, к каким результатам это приводит.

$$C_1 = C_{\text{пер}}^{\text{ед}} \cdot N_{\Gamma} + C_{\text{пост}} = 21 \cdot 1000 + 8100 = 29100;$$

$$C_2 = C_{\text{пер}}^{\text{ед}} \cdot N_{\Gamma} + C_{\text{пост}} = 25 \cdot 1000 + 5400 = 30400;$$

$$\Theta_{\text{уг}} = C_1 - C_2 = 29100 - 30400 = -1300;$$

$$K_{\text{доп}} = K_1 - K_2 = 3000;$$

$$T_{\text{ок}}^{\text{р}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\Theta_{\text{уг}}} = \frac{3000}{1300} = 2,3 \text{ г.} < T_{\text{ок}}^{\text{н}} = 3 \text{ г.};$$

$$Z_{\text{пр}}^1 = C_1 + E_{\text{н}} \cdot K_1 = 29100 + \frac{1}{3} \cdot 27000 = 38100;$$

$$Z_{\text{пр}}^2 = C_2 + E_{\text{н}} \cdot K_2 = 30400 + \frac{1}{3} \cdot 24000 = 38400;$$

$$Z_{\text{пр}}^1 < Z_{\text{пр}}^2.$$

Результаты расчетов позволяют сделать вывод, что ситуация поменялась на противоположную:

- срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, которые требует первый вариант, за счет выигрыша в текущих затратах меньше нормативного, что говорит о его эффективности;
- приведенные затраты первого варианта меньше второго, что также говорит о его преимуществе в сравнении со вторым вариантом.

Сравнивая результаты расчетов при разных объемах деятельности, приходим к выводу, что решение зависит от планируемых объемов деятельности. Для принятия обоснованного решения необходима полная картина, которую позволяет увидеть график границ целесообраз-

ности рассматриваемых вариантов. На одних осях координат строим графики зависимости приведенных затрат от объема деятельности. Точка их пересечения и соответствующий ей объем деятельности (критический  $N_{кр}$ ) являются границей целесообразности рассматриваемых мероприятий.

Рассчитаем критический объем деятельности для данной задачи:

$$N_{кр} = \frac{(C_{пост}^1 - C_{пост}^2) + E_n \cdot (K^1 - K^2)}{C_{пер\ ед}^2 - C_{пер\ ед}^1} =$$

$$= \frac{(8100 - 5400) + \frac{1}{3} \cdot (27000 - 24000)}{25 - 21} = 925 \text{ шт.}$$

График границ целесообразности сравниваемых вариантов приведен на рис. 4.7.

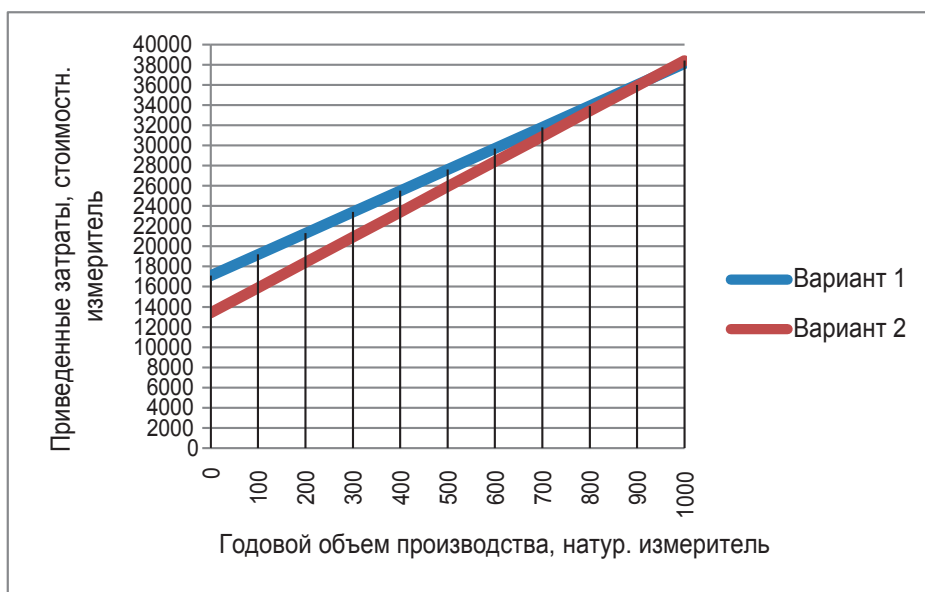


Рис. 4.7. Граница целесообразности сравниваемых вариантов

Если предприятие будет производить в год продукции до 925 шт., выгоднее внедрять вариант 2, так как именно он обеспечивает меньшие затраты. Если объем производства более 925 шт./г., следует внедрять вариант 1.

## 5. Согласование проекта по разработке новой продукции с текущей производственной деятельностью

---

### 5.1. Формирование проекта

---

**С**овременные организации в управлении текущей деятельностью используют процессный подход, зафиксированный в стандартах качества ISO.

Процессный подход ориентирован на бизнес-процессы, конечными целями выполнения которых является создание продуктов или услуг, представляющих ценность для внешних или внутренних потребителей [15; 35; 36].

Процессный подход основывается на нескольких принципах.

**Принцип взаимосвязи процессов.** Организация представляет собой сеть процессов. Процессом является любая деятельность, в которой имеет место выполнение работ. Все процессы организации взаимосвязаны между собой.

**Принцип целенаправленности процесса.** Каждый процесс должен иметь цель, а его результаты должны быть востребованы клиентом. У результатов процесса должен быть свой потребитель, внутренний или внешний.

**Принцип документирования процессов.** Деятельность по процессу необходимо формализовать. Это позволяет стандартизировать процесс, отслеживать текущие и конечные результаты, получить базу для изменения и дальнейшего совершенствования процесса.

**Принцип контроля процесса.** Каждый процесс имеет начальное и конечное событие, которые определяют границы процесса. Для каждого процесса в рамках заданных границ должны быть определены

показатели, документы и продукция, характеризующие процесс и его результаты.

Принцип ответственности за результат процесса. При выполнении процесса могут быть задействованы специалисты и сотрудники из разных подразделений, но отвечать за процесс и его результаты должен один человек.

Разработка и производство новой наукоемкой продукции представляет собой уникальный неповторяющийся процесс и требует другого — проектного — подхода. Проектный подход ориентирован на проекты, конечной целью выполнения которых является создание уникальных продуктов или услуг, представляющих ценность для внешних или внутренних потребителей [41; 42].

Под проектом понимают уникальный процесс, который состоит из совокупности разных видов деятельности с начальной и конечной датами, предпринятой для достижения цели, соответствующей конкретным требованиям, и включает ограничения по срокам, стоимости и ресурсам.

Обычно на практике выделяют следующие требования к проекту:

- конечность проекта.

У каждого проекта есть начальная и конечная даты. Обычно начальной датой служит заключение договора или приказ о начале проекта. В качестве конечной даты могут выступать события: достижение целей проекта, понимание командой недостижимости или нерентабельности цели, исчезновение необходимости результата проекта у клиента;

- уникальные продукты, услуги или результаты.

В качестве результата проекта могут выступать: продукт, производимое изделие с уникальными характеристиками; способность предоставить услуги на основании внедренной технологии; последствия или документы, полученные в ходе проекта;

- целостность работ проекта.

Проект рассматривается как совокупность работ, направленных на один результат. Все работы оцениваются с точки зрения необходимости для достижения результата.

При внедрении управления по проектам важно придерживаться следующих принципов:

- принципа целенаправленности. У каждого проекта четко сформулирован результат. Все работы оцениваются с позиции необходимости достижения данного результата;

- принципа экономической эффективности достигаемых результатов. Есть понятие тройного ограничения проекта. Это описание по трем направлениям: содержанию работ по проекту, длительности и стоимости. При оценке рассматривается соответствие между собой данных ограничений. Проект считается эффективным при их сбалансированности;
- принципа матричного подхода к планированию и организации. При планировании проекта составляется несколько документов для отслеживания работ: диаграмма Ганта, сетевой график, график загрузки ресурсов. Данные документы имеют матричный вид и позволяют соотнести между собой разные области проекта: работы по проекту, виды ресурсов, временные промежутки, результаты проекта и т. д.;
- принципа гибкости. При возникновении рискованной ситуации ответственный может скорректировать план работ для успешного достижения результатов.

Организационная структура, основанная на данных принципах, подразумевает деление подразделений согласно направлениям проектов (рис. 5.1).

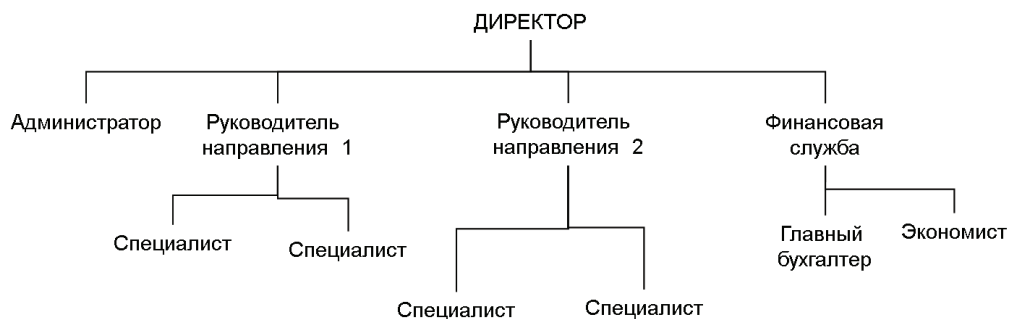


Рис. 5.1. Процессная организационная структура

Далее рассмотрен пример проекта по производству наукоемкой продукции.

Процессный и проектный подходы не исключают друг друга и могут существовать в рамках одной организации. Части проекта также могут быть описаны в логике бизнес-процессов для лучшей управляемости.

Рассмотрим формирование проекта и процессов по разработке и созданию производства нового гоночного болида.

Цель — запуск серийного производства гоночных болидов с производственной мощностью 40 шт/г.

Длительность проекта — 5 мес.

Результат — выпуск первой серии 4 шт.

Продукт проекта — создание ООО по серийному выпуску болидов.

Детализированный перечень работ проекта был введен в программное обеспечение Microsoft Project [1; 12]. На рис. 5.2 представлен перечень работ с требуемыми сроками, сформированный в программном продукте.

<b>Запуск серийного производства:</b>	<b>150 дней</b>	<b>Ср 10.05.17</b>	<b>Вт 05.12.17</b>
<b>Поиск средств:</b>	<b>20 дней</b>	<b>Ср 10.05.17</b>	<b>Вт 06.06.17</b>
Наем финансового специалиста	3 дней	Ср 10.05.17	Пт 12.05.17
Написание бизнес-плана	7 дней	Пн 15.05.17	Вт 23.05.17
Общение с инвесторами	7 дней	Ср 24.05.17	Чт 01.06.17
Обращение в кредитные организации	10 дней	Ср 24.05.17	Вт 06.06.17
<b>Регистрация юр. лица (написание устава и другой нормативной документации):</b>	<b>13 дней</b>	<b>Ср 07.06.17</b>	<b>Пт 23.06.17</b>
Наем юриста	2 дней	Ср 07.06.17	Чт 08.06.17
Определение видов деятельности	1 день	Пт 09.06.17	Пт 09.06.17
Регистрации ООО (с оформлением документов)	10 дней	Пн 12.06.17	Пт 23.06.17
<b>Поиск помещения:</b>	<b>15 дней</b>	<b>Ср 07.06.17</b>	<b>Вт 27.06.17</b>
Подбор вариантов	2 дней	Ср 07.06.17	Чт 08.06.17
Заключение договора аренды	2 дней	Пн 26.06.17	Вт 27.06.17
<b>Наем сотрудников АУП и специалистов:</b>	<b>14 дней</b>	<b>Пн 26.06.17</b>	<b>Чт 13.07.17</b>
Набор руководителей	5 дней	Пн 26.06.17	Вт 04.07.17
Набор специалистов	7 дней	Ср 05.07.17	Чт 13.07.17
<b>Выбор стратегии:</b>	<b>7 дней</b>	<b>Пт 14.07.17</b>	<b>Пн 24.07.17</b>
Написание экономической стратегии	5 дней	Пт 14.07.17	Чт 20.07.17
Написание технической стратегии	7 дней	Пт 14.07.17	Пн 24.07.17
<b>Закупка оборудования:</b>	<b>7 дней</b>	<b>Вт 25.07.17</b>	<b>Ср 02.08.17</b>
Подбор вариантов	2 дней	Вт 25.07.17	Ср 26.07.17
Запрос и получение КП	2 дней	Чт 27.07.17	Пт 28.07.17
Выбор и покупка	3 дней	Пн 31.07.17	Ср 02.08.17

Рис. 5.2. Структура проекта по созданию ООО и запуску серийного производства (начало. Окончание на с. 94)

<b>[- Поиск поставщиков материалов и комплектующих:</b>	<b>9 дней</b>	<b>Вт 25.07.17</b>	<b>Пт 04.08.17</b>
Изучение каталогов	5 дней	Вт 25.07.17	Пн 31.07.17
Ознакомление с ценовой политикой	1 день	Вт 01.08.17	Вт 01.08.17
Подготовка перечня поставщиков	3 дней	Ср 02.08.17	Пт 04.08.17
<b>[- Создание технического проекта:</b>	<b>70 дней</b>	<b>Вт 25.07.17</b>	<b>Пн 30.10.17</b>
Изучение нормативной документа	10 дней	Вт 25.07.17	Пн 07.08.17
3D моделирование и изготовление	40 дней	Вт 08.08.17	Пн 02.10.17
Изготовление ТД	20 дней	Вт 03.10.17	Пн 30.10.17
<b>[- Брендинг:</b>	<b>28 дней</b>	<b>Вт 25.07.17</b>	<b>Чт 31.08.17</b>
Позиционирование товара	7 дней	Вт 25.07.17	Ср 02.08.17
Написание брендбука	7 дней	Чт 03.08.17	Пт 11.08.17
Запуск рекламы	14 дней	Пн 14.08.17	Чт 31.08.17
<b>[- Наем цехового персонала:</b>	<b>10 дней</b>	<b>Вт 03.10.17</b>	<b>Пн 16.10.17</b>
Набор рабочих	10 дней	Вт 03.10.17	Пн 16.10.17
<b>[- Закупка материалов и комплектую</b>	<b>14 дней</b>	<b>Вт 03.10.17</b>	<b>Пт 20.10.17</b>
Сбор КП	7 дней	Вт 03.10.17	Ср 11.10.17
Закупка	7 дней	Чт 12.10.17	Пт 20.10.17
<b>[- Изготовление серии:</b>	<b>36 дней</b>	<b>Вт 17.10.17</b>	<b>Вт 05.12.17</b>
Получение материалов и комплек	1 день	Пн 23.10.17	Пн 23.10.17
Изготовление деталей	7 дней	Вт 31.10.17	Ср 08.11.17
Сборка узлов из покупных изделий	7 дней	Вт 17.10.17	Ср 25.10.17
Сборка изделий	14 дней	Чт 09.11.17	Вт 28.11.17
Испытания	2 дней	Ср 29.11.17	Чт 30.11.17
Доработка и выпуск	3 дней	Пт 01.12.17	Вт 05.12.17
Закрытие проекта	0 дней	Вт 05.12.17	Вт 05.12.17

Рис. 5.2. Окончание (начало на с. 93)

На основе данных, представленных на рис. 5.2, была построена диаграмма Ганта (рис. 5.3).





Рис. 5.3. Диаграмма Ганта проекта (начало. Окончание на с. 96)

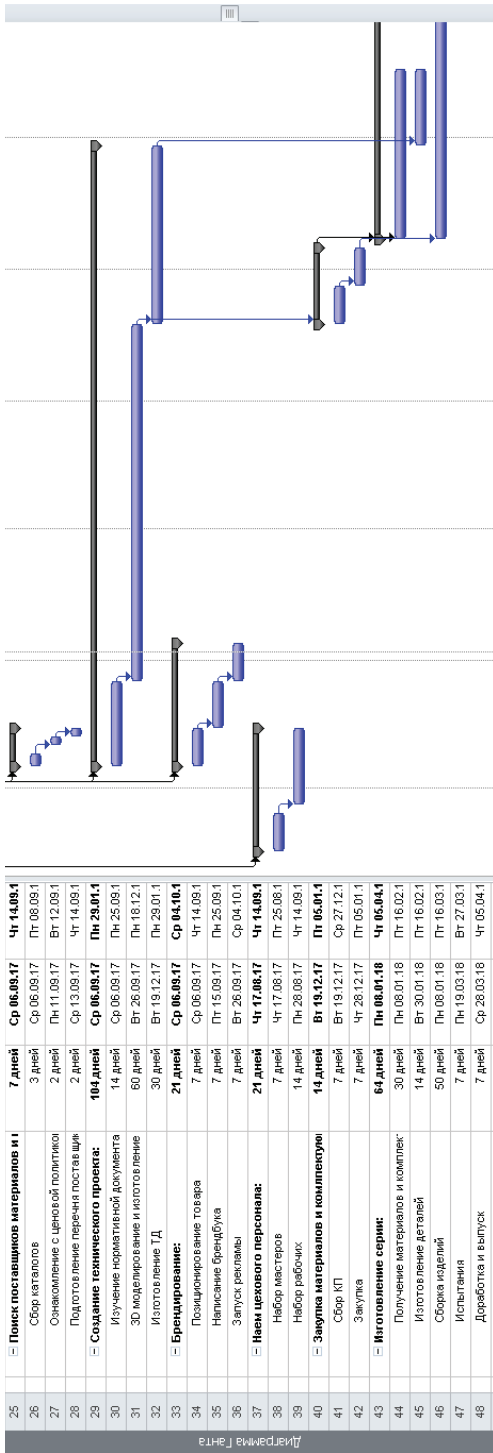


Рис. 5.3. Окончание (начало на с. 95)

Данное построение позволяет определить структуру работ над проектом и их последовательность. Кроме того, построение диаграммы Ганта является очень полезным инструментом для сокращения общего времени, затрачиваемого на проект, с помощью «запараллеливания» невзаимосвязанных напрямую работ при наличии достаточных ресурсов.

Результирующей для разработки проекта функцией используемого ПО является возможность назначения ресурсов на каждый процесс. По результатам выполнения этой части работ пользователь получает возможность без труда определить перечень и количество сотрудников, необходимых для реализации проекта, и сформировать команду проекта, которая в данном случае выглядит следующим образом:

- директор — главное руководящее лицо предприятия;
- главный инженер (ГИ) — главный технический специалист предприятия;
- заместитель ГИ по техническому бюро;
- зам. ГИ по производству;
  - финансист;
  - маркетолог;
  - снабженец;
  - специалист по аутсорсингу.

Наиболее длительные и критические работы можно представить как бизнес-процесс с применением программного продукта Business Studio.

Для моделирования была выбрана наиболее длительная во времени часть проекта — от получения заказа до выпуска первой партии.

В целях рационального выполнения работ по разработке проекта составим модель бизнес-процесса на основе метода декомпозиции [37; 43]. Для проектирования было использовано программное обеспечение Business Studio, которое позволяет создавать графические модели бизнес-процессов с помощью диаграмм, выполненных в той или иной нотации моделирования.

В первую очередь создадим контекстную диаграмму (рис. 5.4), на которой объект моделирования представлен единственным блоком с граничными стрелками. Стрелки на этой диаграмме отображают связи объекта моделирования с окружающей средой. Диаграмма устанавливает область моделирования и ее границу.

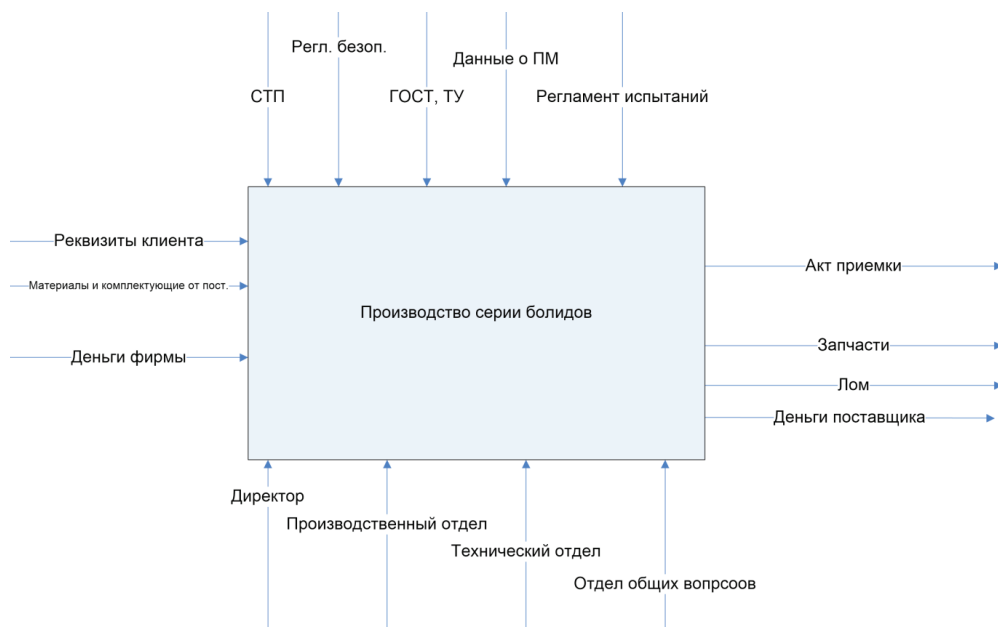


Рис. 5.4. Контекстная диаграмма проекта

Данная диаграмма позволяет получить наиболее широкое понимание о проекте а именно: чем регулируется деятельность в проекте, какие необходимы входные данные и материалы, что станет результатом выполнения проекта и какие ресурсы компании необходимы для достижения этого результата.

Следующим шагом становится выполнение диаграммы процесса нотации (рис. 5.5). На ней отображаются все крупные процессы проекта, их последовательность, связь и ресурсы.

Последующими шагами станет декомпозиция — создание дочерних диаграмм, охватывающих ту же область, что и родительский процесс, но описывающие ее более подробно. При этом декомпозиции подвергаются только наиболее важные для результата конкретного проекта процессы.

Первым процессом является заключение договора (рис. 5.6), в него входят работы от получения проекта договора от потребителя до подписания договора и выдачи последующим службам технического задания.

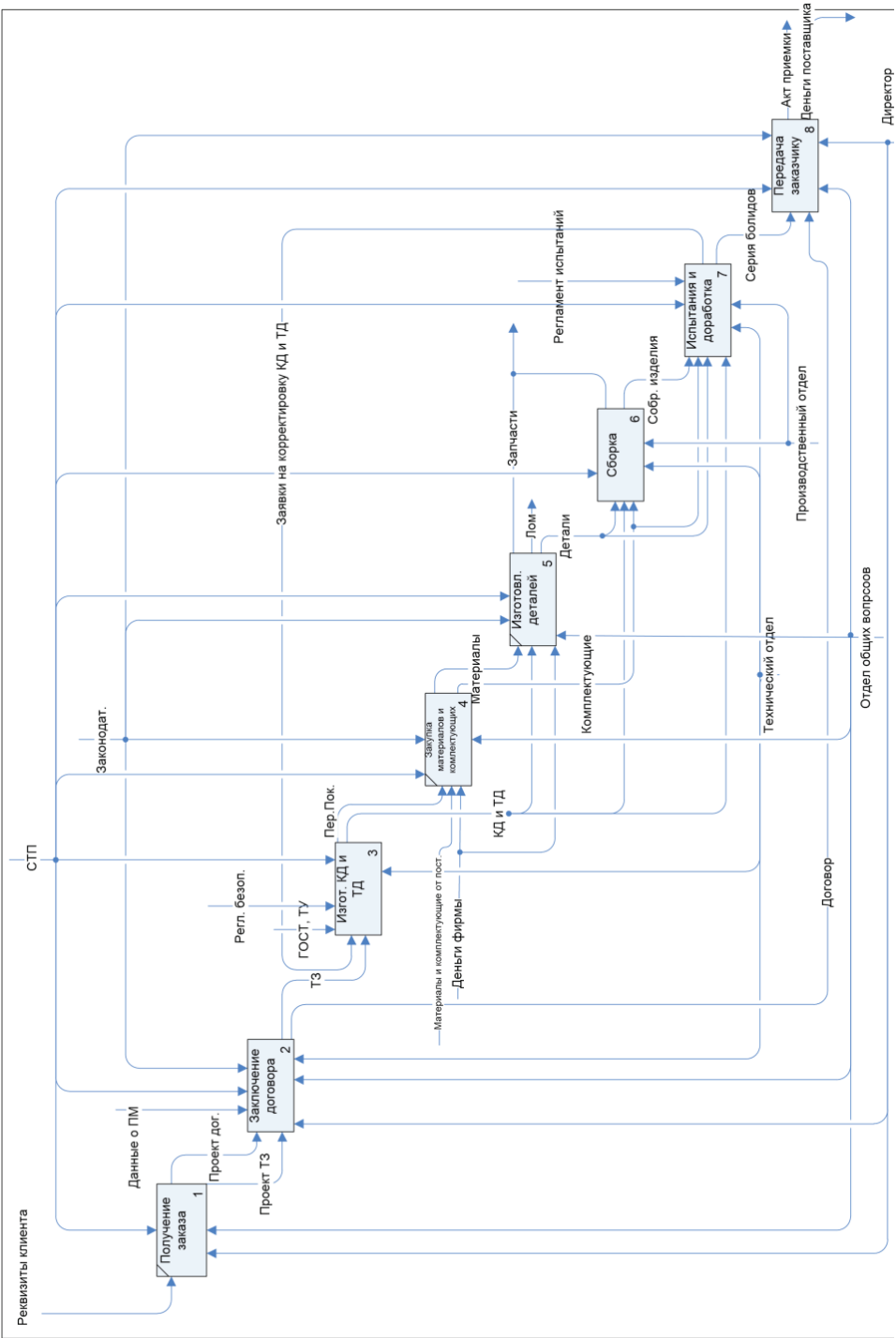


Рис. 5.5. Диаграмма процесса нотации проекта

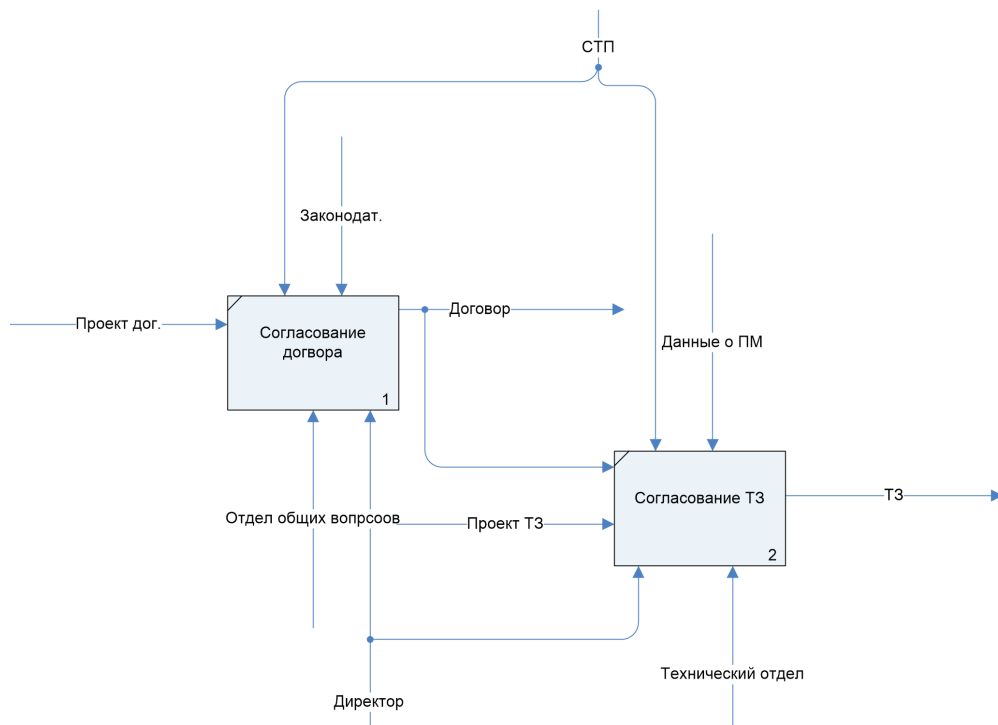


Рис. 5.6. Процесс заключения договора

Следующим важным и достаточно длительным процессом является изготовление конструкторской (КД) и технологической (ТД) документации, которая будет использоваться для изготовления болидов. Этот процесс (рис. 5.7) выполняется силами технического отдела — от технического задания до готовой КД и ТД, включая перечень покупных изделий для отдела снабжения. Также в процессе изготовления и испытаний болида возможно возникновение предложений по повышению технологичности или качественных характеристик изделия, которые передаются в технический отдел в форме заявок и будут учтены при проведении последующих конструкторско-технологических работ.

Следующим крупным процессом является сборка серии болидов. Его диаграмма приведена на рис. 5.8. Входными ресурсами для изготовления являются КД и ТД, комплектующие и материалы, полученные компанией на более ранних этапах. Результатом процесса станут готовые болиды с запасными частями, необходимыми для их обслуживания и ремонта. Работы данного процесса производятся силами производственного отдела под контролем специалистов технического отдела.

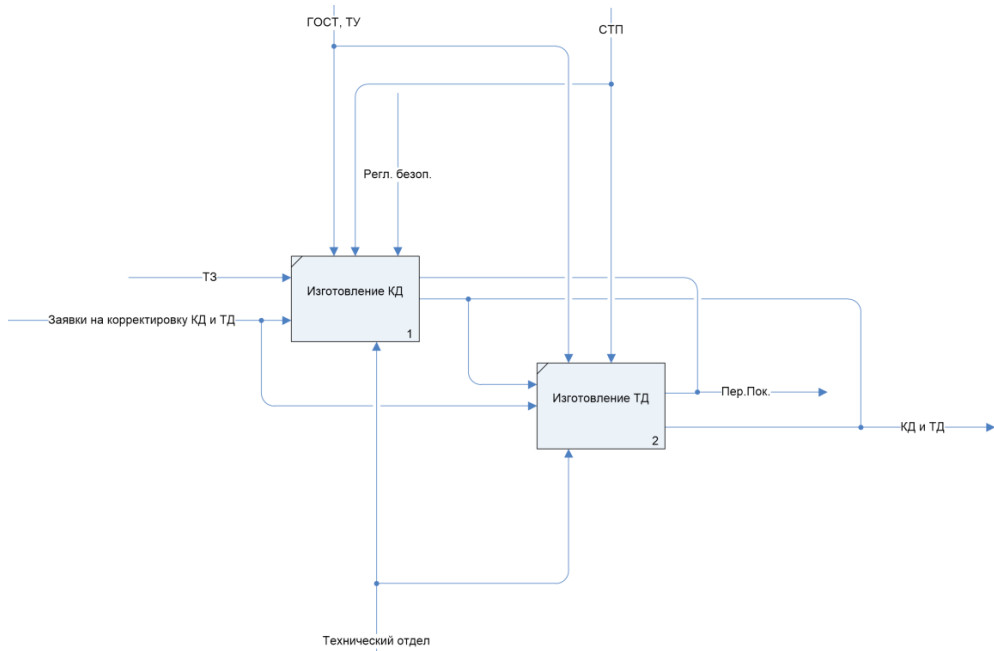


Рис. 5.7. Изготовление конструкторской и технологической документации

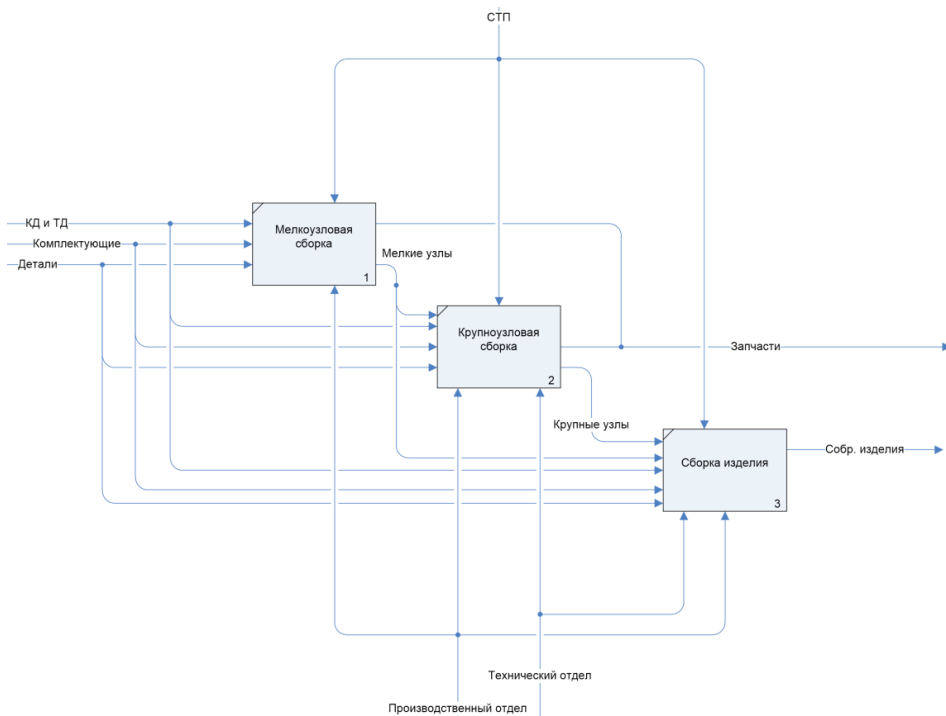


Рис. 5.8. Сборка серии болидов





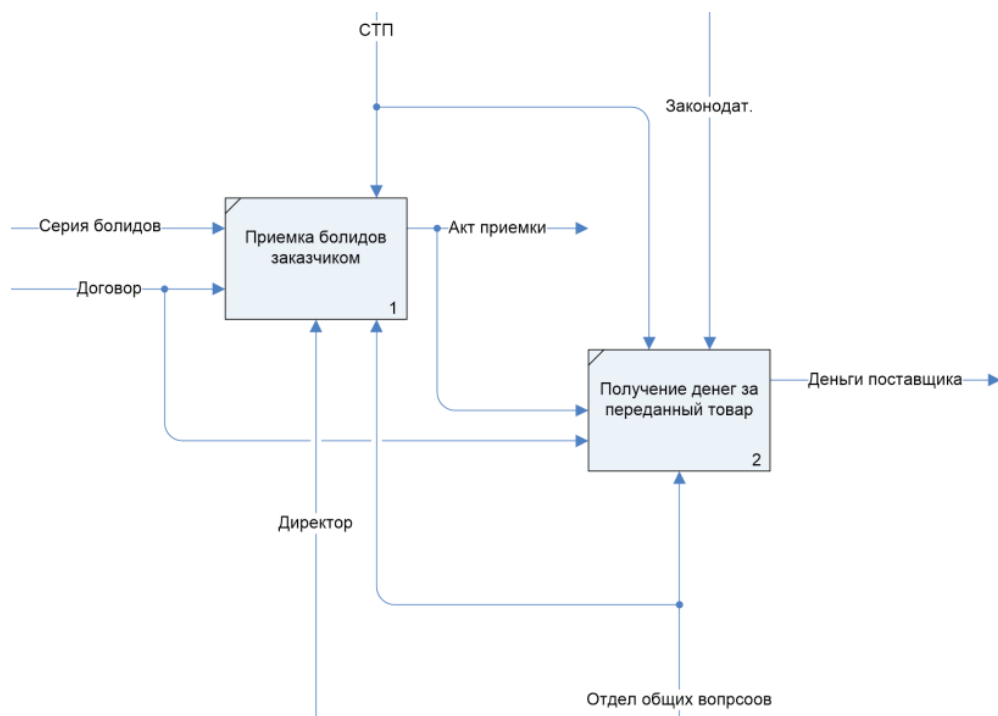


Рис. 5.10. Передача болидов заказчику

В данном примере процессная деятельность подчинена проектной. Между ними отсутствует конфликт интересов. В реальной производственной ситуации часто возникают конфликты между текущей коммерческой деятельностью и деятельностью по разработке и внедрению новых продуктов.

## 5.2. Проблемы согласования проекта с текущей деятельностью

Рассмотрим конфликтные ситуации, а также примеры их решения.

1. **Фирма А.** Фирма занимается продажей и последующим обслуживанием компьютерных систем. Начало работы над заказом — от заявки клиента или тендера и конец — сдача готового объекта и дальнейшее сервисное обслуживание.

Виды выполняемых работ: закуп систем от поставщика, доставка, установка и настройка, программирование универсальных систем под требования заказчика, частичный ремонт помещений.

Внедрен процессный подход — весь заказ курируется отделом продаж с передачей отдельных функций профильным подразделениям (рис. 5.11).



Рис. 5.11. Организационная структура фирмы А

При внедрении были выявлены следующие проблемы:

- планирование каждого заказа проводится индивидуально — нет общего планирования. Менеджер отдела продаж, найдя клиента и заключив договор, далее отслеживает его выполнение. Заказы выполняются параллельно, но используются ресурсы отделов одни и те же. Общее планирование возможно на уровне директора и руководителей функциональных подразделений. Данная проблема приводит к неравномерному выполнению заказов и накладкам по ходу выполнения, возможны конфликты при распределении ресурсов, что может привести к срыву сроков выполнения и штрафам по договорам. Для решения проблемы необходимо ввести общий план выполнения заказов с распределением ресурсов и сквозной загрузкой подразделений;
- у менеджеров отдела продаж нет разделения по направлениям поиска клиентов. Одни и те же менеджеры могут заниматься «хо-

лодным контактом» по телефону с клиентами по одним и тем же базам данных. Это приводит к поступлению разных предложений клиентам от одной компании. Проблема заключается в конфликтах внутри отдела и частичной потере клиента. Для решения проблемы необходимо ввести учет текущих клиентов, выделить направления для работы каждого менеджера и вести информационное табло текущих проектов;

- поиск клиентов и (или) заказов осуществляется каждым менеджером индивидуально, процесс не формализован. В компании предложения для клиента формируются менеджером на основании информации о клиенте. Проблема заключается в слабом контроле процесса и невозможности передачи информации от одного менеджера к другому, в результате чего возможны потери клиентов (например, при болезни, отпуске, увольнении и т. д. менеджера), нет обмена опытом по методам поиска клиентов. Для решения можно ввести регламент процесса поиска клиентов, который будет предусматривать сочетание разных методов и позволит отслеживать стадию работы с клиентом;
- по факту окончания договора теряются связи с клиентом. Возможен контакт, только если клиент «вдруг вспомнил». Теряются работы по сервисному обслуживанию и отслеживание новых потребностей старого клиента. Предлагается внедрение процесса последоговорного обслуживания для отдела продаж на уровне общего курирования и предложений по новым договорам.

2. Фирма Б. Фирма занимается производством оборудования, продажей и последующим обслуживанием. Начало работы над заказом — от заявки клиента или тендера и конец — сдача готового объекта и дальнейшее сервисное обслуживание.

Виды выполняемых работ: закуп материалов и комплектующих от поставщика, производство оборудования, доставка, установка и настройка под требования заказчика, сервисное обслуживание установленных систем или принятых на обслуживание.

Внедрен процессный подход с разделением ответственности по специфике заказа и этапам выполнения (табл. 5.1, рис. 5.12).

Таблица 5.1

## Распределение ответственности по отделам фирмы Б

Этапы выполнения заказа	Заключение договора	Закуп материалов	Производство	Установка и настройка	Сервисное обслуживание
Коммерческий отдел	ОИ	—	—	—	—
Отдел снабжения	—	ОИ	И	—	—
Производственный отдел	—	И	ОИ	—	И
Отдел сервиса	—	—	—	ОИ	ОИ

Примечание. О — ответственный, И — исполнитель.

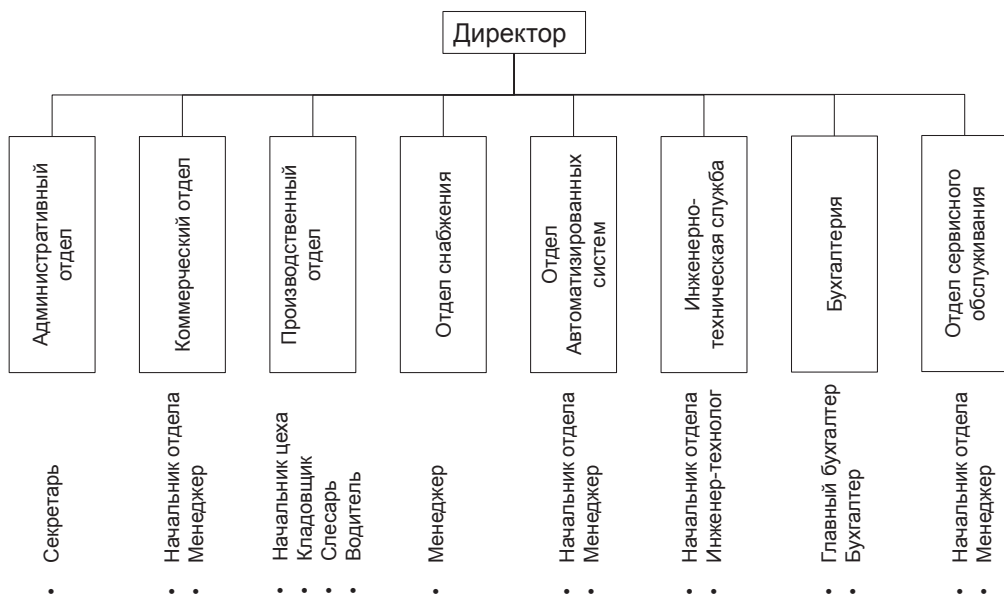


Рис. 5.12. Организационная структура фирмы Б

После внедрения выявились следующие проблемы:

- при выполнении работ по договору каждое подразделение отвечает только за свой результат. Результатом работы могут быть документы, комплектующие, продукция. Данный результат должен передаваться следующему подразделению для выполнения дальнейших работ, но исполнитель может: задержать передачу, не проинформировать о готовности, сделать не все, что требовалось. В итоге возникает нарушение сроков выполнения догово-

вора, снижение качества продукции, потери отчетных документов. Для решения таких проблем необходимо внедрить матрицу ответственности не только на уровне выполняемых действий, но и документов, результатов;

- при обращении клиента оформляется заявка на покупку и (или) обслуживание оборудования. Этап заключения договора полностью ведется коммерческим отделом. Однако дальше их ответственность ограничивается только отслеживанием поступления оплаты, т. е. нет общего ответственного за весь договор, текущая информация о ходе работ только у подразделения исполнителя. Проблема проявляется в невозможности отследить ход выполнения и приводит к нарушению сроков договоров. В данном случае возможно два решения: расширить полномочия коммерческого отдела до уровня полного курирования договора или ввести регламент выполнения договора с графиком выполнения (доступ у всех заинтересованных лиц) с текущим контролем;
- в рамках выполнения договора общение с клиентом ведут разные подразделения — коммерческий отдел — заключение договора, закуп материалов — отдел снабжения, производство изделий — отдел производства, установка — отдел сервиса. В случае, если клиент звонит и задает дополнительные вопросы, его перенаправляют в другие подразделения. Точки переговоров с клиентом по ходу выполнения договора нет. Это приводит к снижению уровня обслуживания и, как следствие, к возможной потере клиентов. Для решения возможно передоверие функции текущих переговоров о работах коммерческому или административному отделу.

3. Фирма В. Фирма занимается разработкой и единичным производством оборудования, продажей и последующим обслуживанием. Начало работы над заказом — от заявки клиента или тендера и конец — сдача готового объекта и дальнейшее сервисное обслуживание.

Виды выполняемых работ: закуп материалов и комплектующих от поставщика, производство оборудования, доставка, установка и настройка под требования заказчика, сервисное обслуживание (рис. 5.13).

Внедрен проектный подход с введением проектного офиса. Выделены этапы жизненного цикла проекта, под каждый этап формируется отдельный проект. Этапы: НИР, технический проект, разработка, изготовление опытного образца, подготовка производства, установочная

партия. Предполагается каскадное выполнение проектов с возможностью закрытия текущего и возврата к одному из ранее выполненных.



Рис. 5.13. Организационная структура фирмы В

После внедрения проектного офиса возникли следующие проблемы:

- проектный офис организован по принципу внутреннего совмещения. Фактически в данном подразделении только один сотрудник — администратор, в функции которого входит текущее курирование выполнения проекта и отслеживание регламента. Руководитель проекта назначается из числа сотрудников других подразделений, причем в качестве проекта могут выступать отдельные этапы производства продукции. В этом случае возникают разрывы ответственности при переходе между этапами, ведь руководители будут разные. Дополнительно могут возникнуть проблемы при совмещении должностей руководителя проекта и текущей должности сотрудника. Для решения возможно ввести классификацию проектов и, если заказ охватывает несколько этапов производства, назначение руководителя проекта сделать одно на весь заказ;
- при заключении договора нет согласования на уровне общего плана производства и текущей загрузки ресурсов. Возникает неравномерная загрузка с простоями и сверхурочными работами, что приводит к нарушению сроков выполнения договора и высоки-

ми затратами. Предлагается при начале каждого этапа выполнения заказа согласовывать план производства и загрузку ресурсов. Оба документа можно составлять для каждого проекта до заключения договора и корректировать по ходу выполнения;

- после закрытия договора общение с клиентом, переход в режим «запрос — ответ», т. е. клиент сам проявляет инициативу в отношении дополнительных услуг (например, сервисное обслуживание). Работоспособность проданной продукции не отслеживается, нет опросов клиента в отношении возможных дополнительных функций продукции и услуг компании. Предлагается ввести процесс текущей работы с клиентом после окончания договора: текущие опросы по работе оборудования, предложения техобслуживания, услуги по ремонту и т. д. Это может быть введено в функции проектного офиса.

4. Фирма Г. Фирма занимается разработкой, внедрением и обслуживанием инженерных систем. Начало работы над заказом — от заявки клиента или тендера и конец — сдача готового объекта и дальнейшее сервисное обслуживание.

Виды выполняемых работ: закуп материалов и комплектующих от поставщика, доставка, установка и настройка под требования заказчика, сервисное обслуживание.

Внедрен проектный подход с введением руководителей направлений. Заказы выполняются в рамках направления (рис. 5.14).

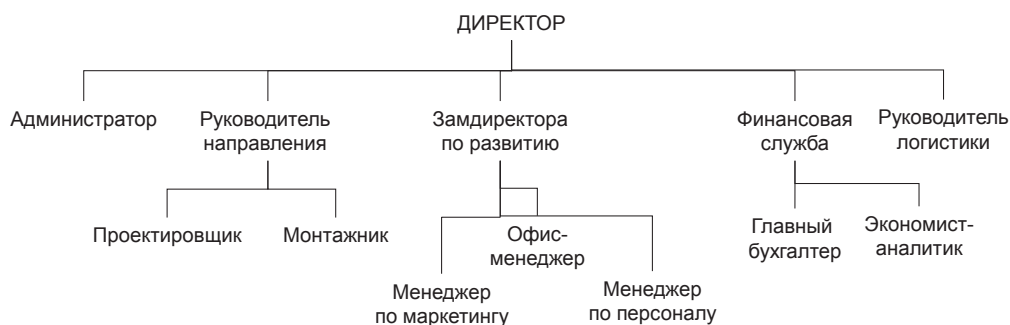


Рис. 5.14. Организационная структура фирмы Г

По ходу внедрения проектного подхода были выделены проблемы:

- в структуре выделены руководители направлений. Каждый из них отвечает за свои заказы. При заключении договора он передает-

ся в соответствующем направлении, при этом снабжение и логистика у всех заказов общая. Проблемы возникают, когда пересекаются заказы на разных направлениях: нет четкого разделения приоритетов по использованию ресурсов. Для решения этого возможно введение общего плана по загрузке ресурсов и согласование планов по закупке для разных договоров между собой;

- договор клиента бывает двух видов: с четко выделенным направлением услуг и комплексный, включающий в себя работы по нескольким направлениям. По данным комплексным договорам в качестве руководителя проекта назначается один из руководителей направления. В результате чего возникают конфликты и перекладывание ответственности на соседнее подразделение, что приводит к нарушению сроков и снижению качества услуг. Для устранения проблемы можно ввести классификацию проектов и предусмотреть распределение ответственности с привязкой к конечному результату, а не к промежуточным этапам.

5. Фирма Д. Для анализа предлагается рассмотреть машиностроительное предприятие. В числе положительных характеристик предприятия выделяются следующие:

- предприятие располагает высококвалифицированными человеческими ресурсами;
- на предприятии существует уникальная по качеству и содержанию база конструкторской документации;
- подразделения предприятия объединены в единое информационное пространство, реализованное с применением локальной вычислительной сети;
- предприятие имеет сформированную в течение длительного срока потребительскую базу.

Основные особенности процессов управления предприятия:

- небольшой срок функционирования предприятия, прошедший с момента формирования современной организационно-функциональной структуры;
- уникальность производимой продукции;
- длительный производственный цикл выполнения крупных заказов;
- неполный производственный цикл и большой удельный вес внешней производственной кооперации.

Предприятие имеет в своем составе дирекции: дирекцию по продажам и сервису, техническую дирекцию, дирекцию по закупкам, ди-



рекцию по производству, дирекцию по качеству, дирекцию по персоналу и общим вопросам, дирекцию по экономике и финансам (рис. 5.15). Все дирекции расположены на одном уровне управления и подчинены генеральному директору. Однако функции подразделений распределены по разным уровням и последовательности их реализации.

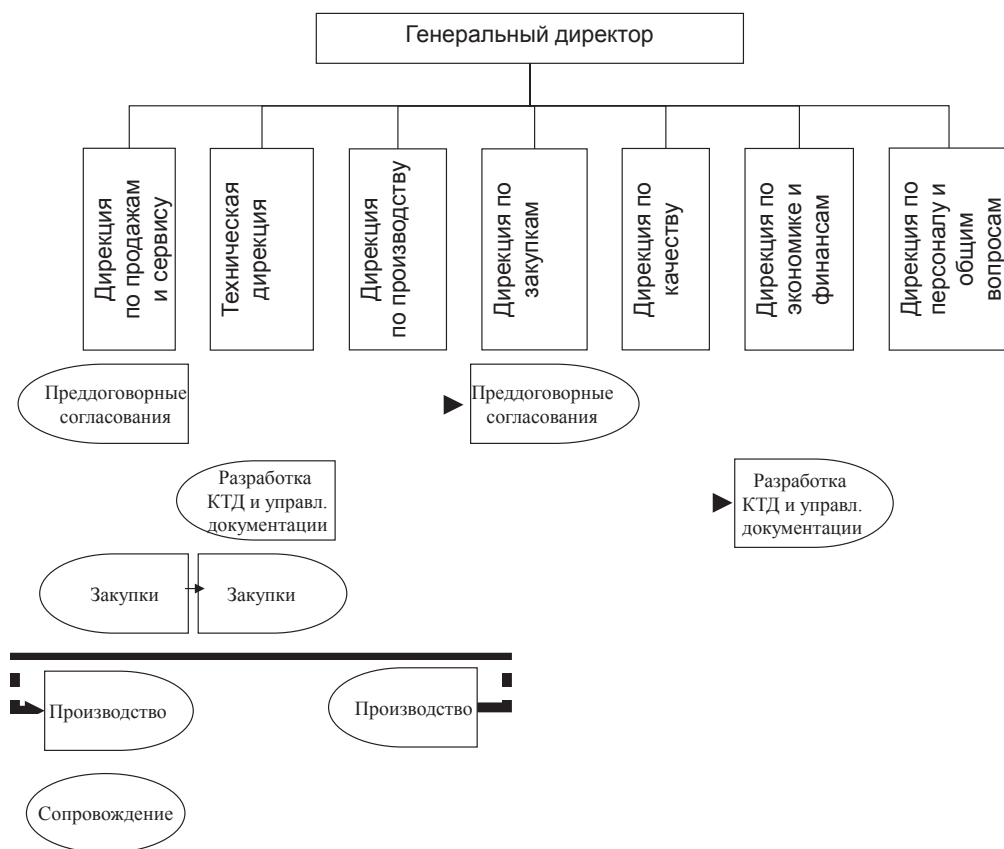


Рис. 5.15. Структура управления предприятием с наложенной структурой процессов

Существующая структура позволяет выделить основные функции, но у них отсутствуют единые ответственные, что приводит к размыванию контроля по дирекциям.

Структура предприятия построена по функциональному признаку, а система работы с клиентом подразумевает процессный подход. Это приводит к следующим ошибкам:

- границы процессов подразделений не согласованы между собой. Общий процесс обеспечения создания уникальной услуги не совпадает по размерам с совокупностью процессов подразделений. Происходят потери при передаче результатов деятельности;
- ответственность за процесс и отдельные функции должны распределяться сверху вниз и соответствовать этапам создания продукции. Для обеспечения ответственности назначаются контрольные точки, описывающие параметры деятельности и продукции. На предприятии информация о параметрах неполная и искажается при передаче. Учитывая направленность существующих информационных потоков, практически все структурные подразделения предприятия подотчетны и подчинены дирекции по продажам;
- документы иллюстрируют движение работ и должны описывать исходные данные (измеряемые на функциях нижнего уровня) и агрегированные (позволяющие оценить качество производства уникальной продукции). На предприятии данные описывают не весь процесс полностью и частично теряются, не позволяя согласовать работу подразделений;
- избыток информации и ее недостаточная структурированность ограничивают возможность влияния ведущих по контрактам на принимаемые решения, существенно снижая управляемость выполнения заказов и контракта в целом. Необходимость согласования принимаемых решений с дирекцией по продажам (как минимум извещение о принимаемых решениях) снижает эффективность использования рабочего времени специалистов других служб предприятия.

Предлагаемые функции для производства уникальной продукции соответствуют дирекциям предприятия — рис. 5.16 и данным, представленным ниже:

сбыт .....	дирекция по продажам
конструкторская подготовка ...	техническая дирекция
технологическая подготовка....	техническая дирекция
снабжение.....	дирекция по закупкам
производство .....	дирекция по производству
планирование .....	дирекция по экономике и финансам, техническая дирекция, дирекция по продажам, дирекция по закупкам
финансы .....	дирекция по экономике и финансам

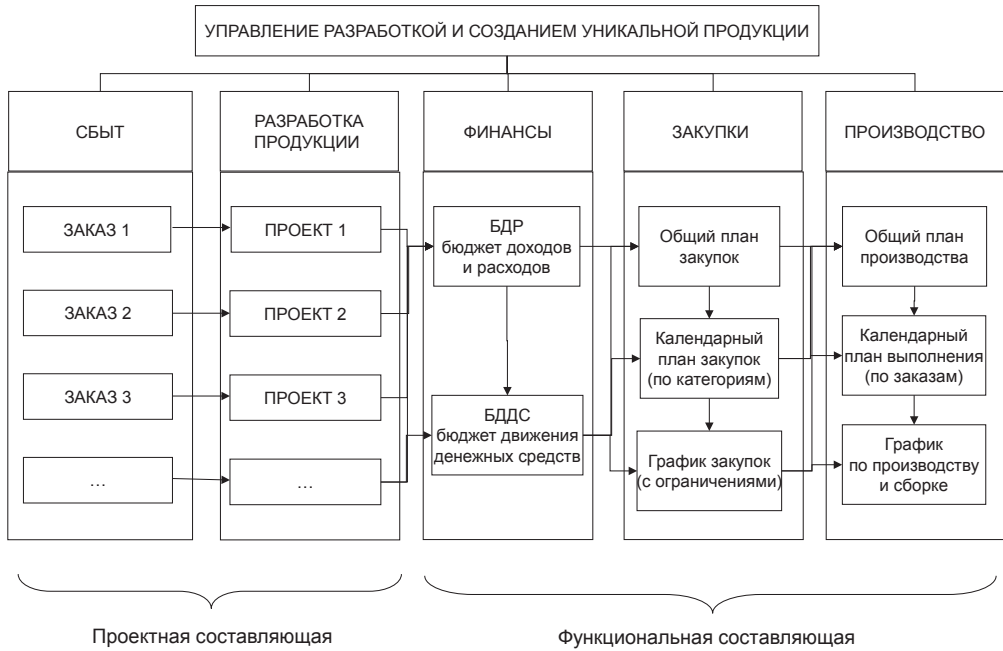


Рис. 5.16. Предлагаемая модель управления

Разработанные модели процессов и данных согласуются на уровне создания и прохождения документов. Особенностью современного предприятия является наличие электронного документооборота. В этом случае под документом подразумевается любая информация, помещенная в один файл. Реквизиты документов добавляются в случае оформления отчетных, а не промежуточных данных.

## Заключение

---

**П**редставленный в учебном пособии процесс поэтапной разработки и внедрения наукоемкой продукции позволяет обучающимся алгоритмизировать действия и избежать традиционных ошибок, возникающих при планировании работ на ранних этапах жизненного цикла продукта. Именно на ранних этапах необходимо принять взвешенное технико-экономическое решение, учитывающее потенциальный спрос, соответствие новой продукции имеющимся компетенциям и ресурсам предприятия, инновационный потенциал продукции, определяющий длительность ее жизненного цикла.

В учебном пособии представлена общая схема проведения работ. Более подробно частные вопросы, касающиеся специфических задач отдельных стадий жизненного цикла, рассмотрены в изданных ранее пособиях сотрудников кафедры организации машиностроительного производства.

## Библиографический список

---

1. Microsoft Office Project 2003. Русская версия : практич. пособие ; пер. с англ. Москва : СП ЭКОМ, 2005. 576 с.
2. Альтшуллер Г. С. Как стать гением: жизненная стратегия творческой личности / Г. С. Альтшуллер, И. М. Верткин. Минск : Беларусь, 1994. 480 с.
3. Альтшуллер Г. С. Крылья для Икара / Г. С. Альтшуллер, А. Б. Селюцкий. Петрозаводск : Карелия, 1980. 176 с.
4. Альтшуллер Г. С. Найти идею / Г. С. Альтшуллер. Новосибирск : Наука, 1991. 209 с.
5. Альтшуллер Г. С. О системе А. А. Любищева [Электронный ресурс] / Г. С. Альтшуллер. Режим доступа: <http://www.improvement.ru/bibliot/altshull.shtm>. Загл. с экрана.
6. Альтшуллер Г. С. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач) / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман. Кишинев : Картя Молдовеняскэ, 1989. 375 с.
7. Барышников А. А. Повышение эффективности системы качества предприятия на основе применения функционально-стоимостного анализа и теории решения изобретательских задач / А. А. Барышников, А. М. Кузьмин // ТQM—XXI. 2000, вып. 4. С. 178—182.
8. Барышников А. А. Функциональный анализ: выявление, определение и классификация функций / А. А. Барышников, А. М. Кузьмин, Е. А. Кузьмина // Машиностроитель. 2001. № 9. С. 33—39.
9. Берг Д. Б. Модели жизненного цикла / Д. Б. Берг, Е. А. Ульянова, П. В. Добряк. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. 74 с.
10. Василенко Т. Mind-maps — опыт использования [Электронный ресурс] / Т. Василенко. Режим доступа: <http://www.improvement.ru/zametki/mindmap>. Загл. с экрана.
11. Гайнутдинов Э. М. Экономическая оценка новационных технических решении : монография : в 2 ч. / Э. М. Гайнутдинов, Л. И. Поддерегина. Минск : БНТУ, 2010. Ч. 1. 332 с.

12. Грей К. Ф. Управление проектами : практич. руководство : пер. с англ. / К. Ф. Грей, Э. У. Ларсон. Москва : Дело и Сервис, 2003. 312 с.
13. Дегтярева Е. А. Управление рисками в процессе обеспечения разработки и производства высокотехнологичной и наукоемкой продукции / Е. А. Дегтярева. Москва : РУДН, 2011. 157 с.
14. Екатеринчук А. Карты ума: мой опыт MindManagerX5 Pro+ MSOutlook [Электронный ресурс] / А. Екатеринчук. Режим доступа: <http://www.improvement.ru/zametki/mindmap-outlook>. Загл. с экрана.
15. Елиферов В. Г. Бизнес-процессы: Регламентация и управление : учеб. / В. Г. Елиферов. Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2013. 319 с.
16. Ершова И. В. Оперативно-производственное планирование : учеб. пособие / И. В. Ершова, Т. А. Минеева, Е. В. Черепанова ; [под общ. ред. И. В. Ершовой]. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. 96 с.
17. Зайцев Н. Л. Экономика промышленного предприятия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению «Менеджмент» / Н. Л. Зайцев. Москва : ИНФРА-М, 2008. 414 с.
18. Инженерная экономика : учеб. / В. В. Кочетов, А. А. Колобов, И. Н. Омельченко ; под ред. А. А. Колобова, А. И. Орлова. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 668 с.
19. Кноблаух Й. Управление временем / Й. Кноблаух, Х. Вельте. Москва : Омега-Л, 2008. 320 с.
20. Ковалев В. В. Финансовый анализ: методы и процедуры / В. В. Ковалев. Москва : Финансы и статистика, 2001. 560 с.
21. Коваль С. Н. Боевой дзен — искусство жить / С. Н. Коваль, Ю. Е. Холлин. Москва : Феникс, 2004. 304 с.
22. Козловский С. В. Борьба с внутренними обстоятельствами за высокую работоспособность [Электронный ресурс] / С. В. Козловский. Режим доступа: <http://www.improvement.ru/bibliot/kozlovsk.shtm>. Загл. с экрана.
23. Кузьмин А. М. Формы применения функционально-стоимостного анализа / А. М. Кузьмин, А. А. Барышников // Машиностроитель. 2001. № 6. С. 37–40
24. Кузьмина Е. А. Функционально-стоимостный анализ / Е. А. Кузьмина, А. М. Кузьмин // Методы менеджмента качества. 2002. № 7. С. 14–20 ; № 8. С. 8–14.
25. Кыйв Л. Карточки контекстов [Электронный ресурс] / Л. Кыйв. Режим доступа: <http://www.improvement.ru/zametki/koiv2>. Загл. с экрана.

26. Логистика промышленного предприятия : учеб. пособие / П. П. Крылатков [и др.] ; [под ред. Г. Г. Кожушко]. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. 176 с.
27. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений [Электронный ресурс] : утв. Постановлением ГКНТ СССР N 48, Госпланом СССР N 16, Академией наук СССР N 13, Госкомизобретений СССР N 3 от 14.02.1977. Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=ESU; n=5160>. Загл. с экрана.
28. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция) [Электронный ресурс] : утв. Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 N BK 477. Режим доступа: <http://www.niec.ru/Met/02redMR.pdf>. Загл. с экрана.
29. Моисеева Н. К. Современное предприятие: конкурентоспособность, маркетинг, обновление / Н. К. Моисеева, Б. П. Анискин. Ленинград : Внешторгиздат, 1993. 304 с.
30. Непомнящий Е. Г. Экономическая оценка инвестиций : учебное пособие / Е. Г. Непомнящий. Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2005. 292 с.
31. Никифоров А. Д. Процессы жизненного цикла продукции в машиностроении : учеб. пособие / А. Д. Никифоров, А. В. Бакиева. Москва : Высшая школа, 2012. 688 с.
32. Орлов М. А. Первичные инструменты ТРИЗ : справ. практика [для создания инновац. идей и решений] / М. А. Орлов. Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2010. 128 с.
33. Профессия — поиск нового / Г. С. Альтшуллер [и др.]. Кишинев : Карта Молдовеняскэ, 1985. 196 с.
34. Расчеты экономической эффективности новой техники : справ. / К. М. Великанов [и др.] ; под ред. К. М. Великанова. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Машиностроение, 1990. 445 с.
35. Репин В. В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление / В. В. Репин. Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2013. 512 с.
36. Репин В. В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В. В. Репин. Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2013. 544 с.

37. Рудакова О. С. Реинжиниринг бизнес-процессов : учеб. пособие для студентов вузов / О. С. Рудакова. Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2013. 343 с.
38. Савицкая Г. В. Анализ эффективности и рисков предпринимательской деятельности. Методические аспекты : монография / Г. В. Савицкая. Москва : ИНФРА-М, 2014. 270, [1] с.
39. Типнер Л. М. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности : учеб. пособие / Л. М. Типнер. Екатеринбург : УрФУ, 2012. 112 с.
40. Управление машиностроительным предприятием : учеб. пособие для студентов [вузов], обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 150700 — Машиностроение / [С. Г. Баранчикова [и др.] ; науч. ред. И. В. Ершова]. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. 252 с.
41. Управление проектами: от планирования до оценки эффективности : практич. пособие / под ред. Ю. Н. Лапыгина. Москва : Омега-Л, 2010. 252 с.
42. Управление проектами : учеб. пособие / И. И. Мазур [и др.] ; под общ. ред. И. И. Мазура, В. Д. Шапиро. 5-е изд., перераб. Москва : Омега-Л, 2010. 960 с.
43. Хаммер М. Быстрее, лучше, дешевле: Девять методов реинжиниринга бизнес-процессов / М. Хаммер. Москва : Альпина Пабл., 2012. 356 с.
44. Хеддевик К. Финансово-экономический анализ деятельности предприятия / К. Хеддевик. Москва : Финансы и статистика, 1996. 192 с.
45. Чепелева К. З. Маркетинг наукоемкой продукции / К. З. Чепелева. Москва : LAP, 2013. 164 с.
46. Экономика предприятия : учеб. для студентов, обучающихся по направлению 220700 «Организация и управление наукоемкими производствами» / А. П. Аксенов [и др.] ; под ред. С. Г. Фалько. Москва : КНОРУС, 2011. 407 с.
47. Экономическая эффективность технических решений : учеб. пособие / С. Г. Баранчикова [и др.] ; [под общ. ред. И. В. Ершовой]. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. 140 с.
48. Яблочников Е. И. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия : учеб. пособие / Е. И. Яблочников, Ю. Н. Фомина, А. А. Саломатина. Санкт-Петербург : СПбГУ ИТМО, 2010. 188 с.



# Оглавление

---

Предисловие .....	3
1. Жизненный цикл наукоемкой продукции .....	4
1.1. Понятие жизненного цикла товара и технологии .....	4
1.2. Жизненный цикл наукоемкой продукции как проекта .....	9
2. Рыночные и технические ограничения инновационной наукоемкой продукции .....	17
2.1. Оценка верхнего предела рыночной цены продукции. Затратные ограничения при проектировании .....	17
2.2. Резервы снижения себестоимости продукции .....	23
2.3. Технические ограничения .....	27
2.4. Изобретательская задача. Основные инструменты ТРИЗ .....	31
3. Функционально-стоимостный анализ конструкций и технологий .....	38
3.1. Основы ФСА .....	38
3.2. Функциональные методы .....	43
3.3. Стоимостной анализ функций .....	50
4. Оценка эффективности новой продукции .....	65
4.1. Критерии экономического выбора .....	65
4.2. Методы оценки экономической эффективности капитальных вложений .....	72
5. Согласование проекта по разработке новой продукции с текущей производственной деятельностью .....	90
5.1. Формирование проекта .....	90
5.2. Проблемы согласования проекта с текущей деятельностью .....	103
Заключение .....	114
Библиографический список .....	115

*Учебное издание*

**Ершова Ирина Вадимовна**  
**Гамберг Алексей Евгеньевич**  
**Кузнецова Надежда Анатольевна**  
и др.

## **УПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКОЙ НАУКОЕМКОГО ПРОДУКТА**

Редактор И. В. Меркурьева  
Верстка О. П. Игнатьевой

Подписано в печать 01.03.2018. Формат 70×100/16.  
Бумага офсетная. Цифровая печать. Усл. печ. л. 9,7.  
Уч.-изд. л. 6,1. Тираж 50 экз. Заказ 18

Издательство Уральского университета  
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ  
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5  
Тел.: +7 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41  
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ  
620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4  
Тел.: +7 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13  
Факс: +7 (343) 358-93-06  
<http://print.urfu.ru>



